ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH UND E. KAISER

DREIUNDFÜNFZIGSTER BAND

MIT 134 FIGUREN IM TEXT UND 6 LITHOGR. TAFELN





LEIPZIG UND BERLIN

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

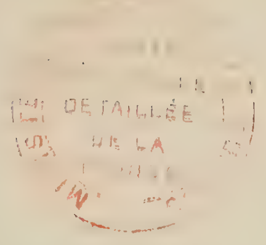
1914

Inhaltsverzeichnis des dreiundfünfzigsten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 10. Mai 1913.) Seite

Heft II. (Geschlossen am 26. Mai 1913.)

Heft VI. (Geschlossen am 30. Dezember 1913.)



I. Über eine bei der Trennung von Mineralien mittelst schwerer Lösungen zu beachtende Gefahr.

Von

W. F. Hillebrand in Washington.

Übersetzt von W. Brendler.

Daß die eine oder andere der für die Trennung von Mineralien verwendeten schweren Flüssigkeiten und Lösungen auf einige wenige Mineralien chemisch einwirkt, ist bereits seit langem bekannt. So greift die als »Sonstadt'sche« oder »Thoulet'sche Lösung« bekannte Lösung von Kaliumquecksilberjodid Metalle und wahrscheinlich auch gewisse Oxyde und Sulfide an. Die »Rohrbach'sche Lösung« von Baryumquecksilberjodid hat wahrscheinlich ähnliche Wirkung. Die »Klein'sche Lösung« von Cadmiumborowolframat wirkt sowohl auf Carbonate als auch auf Metalle ein. Andere schwere Lösungen besitzen zweifellos auch ihre specifische Wirkung.

So weit bekannt war, haben die bisher beobachteten Wirkungen zweifellos zur vollständigen Auflösung oder wenigstens tiefgreifenden Zersetzung des angegriffenen Minerals geführt; eine derartige Einwirkung bringt aber, da sie leicht wahrnehmbar ist, keine ernste Gefahr mit sich. Ich habe nunmehr jedoch über einen Fall zu berichten, in welchem der Angriff einen chemischen Austausch zwischen der schweren Lösung und dem Mineral hervorruft, ohne daß derselbe an letzterem irgend eine mit bloßem Auge sichtbare äußere Veränderung zur Folge hätte.

Vor etwa zwei Jahren wurde mir von der Foote Mineral Company in Philadelphia ein kanariengelbes, krystallisiertes Mineral zur Untersuchung übersandt, das aus dem Paradox Valley, Montrose Co., Colorado, stammte und für Carnotit gehalten wurde, der in der Hauptsache ein wasserhaltiges Kaliumuranvanadat darstellt.

Es ergab sich, daß das Mineral in seiner Zusammensetzung dem Carnotit sehr ähnlich war, nur mit dem Unterschiede, daß das Kalium durch Calcium

ersetzt war. Später wurde der Versuch gemacht, etwas davon mittelst Kaliumquecksilberjodidlösung zu reinigen; die Analyse ergab dann aber dafür die Zusammensetzung des Carnotits. Um die vermutete Ursache zu prüfen, wurde ein anderes, weniger reines Handstück in zwei Teile geteilt und das eine derselben im Originalzustande analysiert, während das andere erst untersucht wurde, nachdem es 18 Stunden lang der Einwirkung des Quecksilbersalzes unterworfen war. Es stellte sich heraus, daß dieser Teil die Hauptmenge seines Calciumgehaltes verloren und dafür die genau äquivalente Menge an Kalium aufgenommen hatte. Nachstehende Nebeneinanderstellung zeigte die Zusammensetzung der beiden Teile unter Berücksichtigung der Hauptbestandteile, während eine Anzahl nebensächlicher Elemente und die aus Quarz bestehende Gangart nicht im einzelnen aufgeführt wurde.

	Ursprüngliches Mineral	Mit Thoulet'scher Lösung behandeltes Mineral
V_2O_5	18,03	18,31
UO_3	53,71	55,37
CaO	5,20	1,72
K_2O	0,24	6,08
CuO	4,16	4,22
SiO_2, P_2O_5, BaO, Al_2O_3, MgO, Na_2O	2,45	1,91
H_2O und Verlust .	16,21	12,39
	100,00	100,00

Es sei bemerkt, daß das analysierte Material im vorliegenden Falle ein Gemenge war, und daß das Kupfer zum größten Teile, wenn nicht gar vollständig einem grünlichen Vanadat angehört, zu welchem wahrscheinlich auch ein Teil des Calciums zu rechnen ist.

Der einzige wesentliche Wechsel in der Zusammensetzung des ursprünglichen Minerals scheint hinsichtlich des Calciums und des Wassers eingetreten zu sein.

Das Molekularverhältnis der Summe $CaO + K_2O$ beträgt in beiden Analysen 954 : 952, was auf eine genau äquivalente Ersetzung des Calciums durch Kalium hinweist. Die Abnahme im Wassergehalt bei der mit Thoulet'scher Lösung behandelten Probe erklärt praktisch die hier etwas höheren Werte für Vanadin und Uran. Der Unterschied in den Wasserwerten braucht jedoch nicht wirklich vorhanden zu sein, da man heute weiß, daß der Wassergehalt eines Minerals um einige Prozent schwanken kann, je nachdem, ob die Witterung trocken oder feucht ist. Auffallend ist die Tatsache, daß der Kupfergehalt durch die schwere Lösung anscheinend nicht beeinflußt worden ist. Ob durch eine längere Behandlung eine vollständige Ver-

drängung des Calciums durch Kalium würde stattgefunden haben, konnte wegen Mangel an Material und Gelegenheit nicht weiter festgestellt werden. Bei früheren Proben des vorbehandelten Materials wurde bemerkt, daß das Calcium nicht völlig ersetzt worden war. Dies stimmt mit der Beobachtung überein, daß das Kupfervanadat jedenfalls Calcium enthält; und da der Kupfergehalt dieses Minerals keine Veränderung erlitten hat, ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch die anderen Basen zurückgehalten wurden, welcher Natur sie auch immer seien.

Nach H. E. Merwin zeigte das gelbe Calciummineral nach der Behandlung mit Thoulet'scher Lösung eine Abnahme des Winkels der optischen Axen um 25°, verglichen mit dem nicht behandelten Material von annähernd demselben Wassergehalt.

Die im Vorstehenden beschriebene Beobachtung zeigt, wie wichtig es ist, sich beim Gebrauch von schweren Lösungen davon zu überzeugen, daß chemische Veränderungen der oben geschilderten Art nicht vor sich gegangen sind. Es erheben sich nun naturgemäß Zweifel bezüglich der Gültigkeit der für das eine oder andere Mineral bestimmten Zusammensetzung, das vor der Analyse von anderen mittelst schwerer Lösungen getrennt worden war.

Der bei vorstehender Untersuchung verwendete Calcium-Carnotit ist wahrscheinlich mit dem Tuyamayunit von Nenadkewitsch[1]) identisch und bildet den Gegenstand einer späteren eingehenden Beschreibung von Seiten des Herrn Merwin und mir.

Bureau of Standards, Washington, D. C., Februar 1913.

---

1) Bulletin de l'Acad. des Sciences St. Pétersbourg, 1912, 945.

II. Über zwei Varietäten von Kalkvolborthit (?) von Ost-Utah.

Von

W. F. Hillebrand und **H. E. Merwin** in Washington.

Übersetzt von W. Brendler.

Vor etwa neun oder zehn Jahren brachte Herr J. M. Boutwell der geologischen Landesanstalt der Vereinigten Staaten Mineralproben, welche aus einem Schurf bei Richardson im Cañon des Grand River im südöstlichen Utah stammten. Eine derselben, von gelbgrüner Farbe, war nach den von dem einen von uns (Hillebrand) im Laboratium der Landesanstalt vorgenommenen quantitativen Bestimmungen ein wasserhaltiges Kupfervanadat, die andere, grünlichgelb gefärbte, ein wasserhaltiges Arsenovanadat von Kupfer und Calcium. Im Bulletin 260 des U. S. Geological Survey, S. 205—206, ist von Herrn Boutwell über diese Mineralien berichtet worden, jedoch wurden die Analysen nicht mit veröffentlicht, weil zu hoffen war, daß für die Untersuchungen weiterhin noch mehr Material verfügbar werden würde. Diese Hoffnung hat sich nicht erfüllt, und der größte Teil der Proben wurde später bei einem Brande zerstört.

Bald nach dem oben erwähnten ersten Bekanntwerden dieser Mineralien sah der eine von uns (H.) auf der Weltausstellung zu St. Louis im Jahre 1904 in der Abteilung von Utah prachtvolle Mineralstufen, welche aus dem einen oder beiden der fraglichen Mineralien zu bestehen schienen; über ihre Herkunft konnte jedoch keinerlei bestimmter Aufschluß erhalten werden, noch ist uns bekannt, was schließlich aus ihnen geworden ist.

Ein »grünes krustenförmiges Mineral«, als »Volborthit« bezeichnet, ist in der Vierteljahrsschrift der Colorado School of Mines 1909, **3**, Nr. 3, erwähnt, und soll danach in einem jetzt verlassenen Schurfloch in oder bei Garos (Garo?), Park County, Colorado, gefunden worden sein, und es wurde angegeben, daß schöne Stufen davon auf der Weltausstellung zu St. Louis ausgestellt worden seien. Nach der unvollständigen Beschreibung

zu urteilen, möchte es scheinen, als ob dieses Vorkommen mit einem der beiden Mineralien von Utah verwandt oder gar identisch sein könne.

Innerhalb der letzten zwei Jahre haben wir von der Foote Mineral Company zu Philadelphia ein auf Sandstein aus dem Paradox Valley, Montrose County, Colorado, vorkommendes Mineral erhalten, das zweifellos mit dem einen der beiden von Herrn Boutwell mitgebrachten Mineralien identisch ist, wie ein neuerlicher Vergleich unter dem Mikroskop ergab.

Es dürfte deshalb an der Zeit sein, unsere bisher betreffs dieser Mineralien gemachten Feststellungen zu veröffentlichen, obschon die von dem einen von uns (H.) vor langer Zeit ausgeführten Analysen zu keinem klaren Formelbild geführt haben. Es sei daran erinnert, daß nur das von Herrn Boutwell stammende Material analysiert worden ist. Die Analysen des gelbgrünen Minerals wurden an Portionen von nur 0,2 bzw. 0,16 bzw. 0,13 Gramm der von dem Sandstein, auf welchem das Mineral vorkam, abgekratzten Teilchen ausgeführt. Von dem grünlichgelben Mineral standen zwei Portionen von je einem halben Gramm zur Verfügung, welche je etwa 0,4 Gramm lösliche Bestandteile ergaben; jedoch bestand bei keinem der beiden Mineralien die lösliche Substanz ausschließlich aus dem zu untersuchenden Mineral. Es waren kleine Mengen von Carbonaten und wahrscheinlich Kupfersilikat eingeschlossen und außerdem Eisen- und andere den Vanadaten nicht zugehörige Oxyde, welche die Analyse verwickelt machten und die Schlußfolgerungen beeinträchtigten.

Beide Mineralien kommen — bisweilen auf ein- und demselben Handstück — in Rosetten und Flecken von winzigen netzförmigen Schüppchen auf der Oberfläche des Sandsteines, oft innig vergesellschaftet mit Krusten und Flecken anderer Kupfermineralien — Carbonate und möglicherweise Chrysokoll — vor, was es unmöglich machte, für die Analyse Material von höchster Reinheit zu erlangen. Herr Boutwell erwähnt gelegentlich »Carnotit und kleine gelbe Kryställchen, die etwas dunkler als dieser Carnotit sind«, und die »mit den grünen Krystallen innig vergesellschaftet« sind; wir haben jedoch an keinem der uns zur Verfügung stehenden Stücke etwas derartiges bemerken können. Die oben erwähnten rosettenförmigen Bildungen sind oft einzeln verteilt, aber öfter noch zu Gruppen vereinigt und durcheinander gewachsen; sie besitzen dann, besonders wenn sie aus dem gelbgrünen Mineral bestehen, ein sehr hübsches Aussehen.

Gelbgrüne Varietät.

Rosetten und Flecken von netzförmigen Schüppchen. Die Aggregate zeigen eine dunkelgelbgrüne Färbung (*YG*) Nuance 1 der Bradley'schen Farbenskala[1]). Die Farbe des Pulvers und diejenige der Schüppchen ist,

---

1) Diese Farbenskala ist in Mulliken's »Identification of Pure Organic Compounds« zu finden. Verlag von Wiley & Sons, New York.

durch das Mikroskop betrachtet, ein leuchtendes Grüngelb (*GY*). Bezüglich der Krystallform konnten an dem Material vom Paradox Valley, Colorado, nur wenig festgestellt werden, dagegen lieferte dasjenige von Richardson, Utah, einige wenige dreieckige hexagonale und längliche Schüppchen, welche innerhalb der Fehlergrenzen (3°) hexagonale Symmetrie erkennen ließen. Wie die optische Untersuchung zeigte, ist das Mineral jedoch nicht hexagonal, sondern wahrscheinlich monoklin. In Anbetracht der Aggregatnatur des Materials läßt sich bezüglich Härte und Spaltbarkeit des Minerals nichts Bestimmtes sagen, obschon die dünnsten Schüppchen Spaltblättchen zu sein scheinen. Mangels Material von genügender Reinheit mußte die Bestimmung des spec. Gewichtes unterbleiben.

Eine optische Axe und die Bisectrix γ sind unter einem Winkel von ungefähr 50° (in Luft gemessen) nach entgegengesetzten Seiten der Normalen zur Ebene der Schüppchen geneigt. Die optischen Axen zeigen starke Dispersion mit einem roten Saum auf der convexen Seite der Hyperbel. Messungen des Winkels der optischen Axen, $2V$, ergaben aus einer Anzahl von Werten, welche für verschiedene Schnitte um 5° variierten, folgende Mittelwerte: für *Li*-Licht 68°; für *Na*-Licht 83°; für *Tl*-Licht 89°. Das Mineral ist für Rot optisch positiv und für Violett optisch negativ. Die Messungen zeigen Dispersion der Bisectrices. Die Bestimmung der Auslöschungsrichtung an Blättchen ergab für Licht verschiedener Farbe in der Hauptsache Übereinstimmung der Axenebenen für alle Farben, obschon die meisten Schnitte in weißem Licht keine vollkommene Auslöschung zeigen. Die Dispersion ist also geneigt und das Mineral wahrscheinlich monoklin. Die Brechungsindices α und β betragen für Natriumlicht, nach der Immersionsmethode in hochbrechenden Flüssigkeiten gemessen, 2,01 und 2,05; γ (berechnet) $= 2,10$.

Die ungewöhnlich starke, geneigte Dispersion verdient hervorgehoben zu werden. Zwischen den optischen Axen für *Li*- und *Tl*-Licht liegen Winkel von 28° und 7°. Das im Gesichtsfeld sichtbare Axenbild zeigt eine Dispersion von 7°, die Bisectrices zeigen eine solche von 18°. Die Ebene der optischen Axen halbiert den Winkel der dreieckigen Blättchen. Diese Erscheinung und die geneigte Dispersion sprechen sehr für monokline Symmetrie. Die Absorption des Lichtes durch die Kryställchen wurde nach der gewöhnlichen Methode der Beobachtung in Licht von verschiedener Wellenlänge studiert. Es ließen sich keine scharfen Absorptionsbanden wahrnehmen und im leuchtenden Teile des Spectrums findet wenig Absorption statt, nur jenseits 530 $\mu\mu$ und 630 $\mu\mu$ zeigt die Absorption in allen drei Hauptrichtungen ein beständiges und deutlich gleichmäßiges Ansteigen, mit Ausnahme, daß jenseits 470 $\mu\mu$ Unterschiede wahrnehmbar sind.

Grünlichgelbe, stark arsenhaltige Varietät.

Die arsenhaltige Varietät des Minerals zeigt dieselben netzartigen Formen wie die soeben beschriebene. Seine Farbe ist ein stumpfes Grün (*G*, Nuancen 1 und 2) und ist bisweilen nur ein dünner Überzug, der die Krystalle des gelbgrünen Minerals überdeckt. Da diese Tatsache noch nicht bekannt war, als die Analysen gemacht wurden, ist es möglich, daß die gefundene Zusammensetzung diejenige eines Mineralgemenges darstellt. Unter dem Mikroskop betrachtet, scheinen die grünen Krusten aus sehr kleinen, doppeltbrechenden Krystallen zu bestehen, deren Brechungsindex etwa 1,92 beträgt. Sie zeigen an den Enden des Spectrums Absorption, besonders jenseits 500 $\mu\mu$ und 660 $\mu\mu$. Es stellt dieses Mineral eine Pseudomorphose nach der gelbgrünen Varietät dar.

Analysen und Diskussion.

Im nachstehenden sind die Analysenresultate, nach Abzug von 30,6% von in sehr verdünnter Salpetersäure unlöslicher Substanz bei dem gelbgrünen Mineral, und 13,5% im zweiten Falle; und nach Umrechnung auf 100% angeführt. Die ursprünglichen Analysensummen waren 99,5 bzw. 101%.

	Gelbgrünes Mineral:		Grünlichgelbes Mineral:	
	Prozent:	Molekular-Verhältnis:	Prozent:	Molekular-Verhältnis:
V_2O_5	30,6[1]		16,0[1]	
As_2O_5	1,1	175	17,2[1]	168
P_2O_5	0,3		0,8	
CuO	48,4[1]		37,1[1]	
CaO	3,9[1]		15,3	
BaO	2,7	713	2,3	769
MgO	0,3		0,5	
K_2O, Na_2O	0,7		0,2	
H_2O, bis 105°	1,8	100	1,0	55
H_2O, üb. 105°	6,4	355	4,3	239
CO_2	2,4	60	0,9	32
SiO_2	0,6		0,7	
Fe_2O_3	0,8		0,5	
Mn_3O_4, Co_3O_4, Al_2O_3	2)		3,2	
	100,0		100,0	

1) Mittel aus zwei nahezu übereinstimmenden Werten.

2) Nach gemeinsamer Fällung gewogen. Ursprünglicher Oxydations- bzw. Verbindungszustand unbekannt.

Wenn man CO_2 und SiO_2 als Bestandteile normaler Carbonate bzw. Metasilikate annimmt, eine Voraussetzung, die mit den Tatsachen nicht völlig im Einklang stehen dürfte, aber immerhin noch die annehmbarste ist, so gestalten sich die Molekularverhältnisse folgendermaßen:

	$V_2O_5 : RO$	: Gesamt-H_2O	: H_2O (über 105°).
Gelbgrünes Mineral	1 : 3,73 :	2,6	: 2,03
Grünlichgelbes Mineral	1 : 4,37 :	1,75	: 1,42

Unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des analysierten Materials und des bezüglich der Homogenität der einen der beiden Proben oben ausgesprochenen Zweifels gestatten die vorstehenden Molekularverhältnisse uns nicht, darüber zu entscheiden, ob den beiden Mineralien tatsächlich verschiedene Formeln zukommen. Am auffälligsten ist der Unterschied im Wassergehalt, aber unter den vorliegenden Umständen dürfte derselbe doch nicht geeignet sein, eine Entscheidung herbeizuführen, zumal wir einmal nichts darüber wissen, welche Rolle das Wasser spielt — ob es wirklich Krystallwasser oder ob seine Menge lediglich eine Funktion der atmosphärischen Feuchtigkeit und der Temperatur ist —, noch, zweitens, darüber, welcher Betrag davon den verunreinigenden Mineralien zukommt. Solange nicht besseres Material und bessere Analysen zu erlangen sind, ziehen wir es vor, die beiden Mineralien als miteinander verwandt zu betrachten und auf die gleiche Formel zurückzuführen, in der Weise, daß sich das grüne Mineral von dem gelben durch teilweisen Ersatz von V_2O_5 durch As_2O_5 und von CuO durch CaO herleitet. Das Verhältnis dieser beiden Mineralien zu anderen bereits bekannten festzustellen, bereitet ebenfalls Schwierigkeiten. Das nächste bekannte vergleichbare Mineral ist unfraglich Kalkvolborthit, welchem Dana auf Grund stark abweichender Analysen die Formel $4(Cu, Ca)O . V_2O_5 H_2O$ gibt.

Angaben über die optischen Eigenschaften des Kalkvolborthits fehlen vollständig. Wir halten uns nicht für berechtigt, aus den im Vorstehenden beschriebenen Mineralien neue Species zu machen, sondern ziehen es vor, beide zunächst zum Kalkvolborthit zu rechnen, indem wir diesen Namen der gelbgrünen Varietät beilegen und die grünlichgelbe Abart als »arsenhaltigen Kalkvolborthit« bezeichnen.

Die ursprüngliche Meinung des einen von uns (H.), daß, wie von Herrn Boutwell veröffentlicht, die arsenhaltige Varietät eine neue Mineralspecies sei, die von der anderen verschieden ist, möchten wir zunächst noch nicht weiter aufrecht erhalten, obschon es sich vielleicht noch herausstellen dürfte, daß dem so ist.

Bezüglich des Namens »Kalkvolborthit« ist es schwer darüber Klarheit zu erlangen, wie er zu seiner ursprünglichen Anwendung von seiten

Rammelsberg's[1]) gekommen ist, da das von diesem so benannte Mineral vom Volborthit grundsätzlich abweicht, obschon der letztere auch ein Kupfervanadat darstellt. Es ist sehr zu bedauern, daß ein solch ungeeigneter und irreführender Name gewählt worden ist.

Im Jahre 1908 gab J. Antipoff[2]) in russischer Sprache eine sehr unvollständige Beschreibung eines neuen Vorkommens von Uran- und Vanadinmineralien zu Tuya Mayun, einem Hügel in den Alai-Bergen in der Provinz Ferghana in Russisch-Turkestan.

Eines der dort erwähnten Mineralien wird als dem Volborthit verwandt angesehen und »Turkestan-Volborthit« benannt, obwohl es in seiner Zusammensetzung dem Kalkvolborthit weit näher steht, wie nachstehende Analysenresultate erkennen lassen:

	Prozent:
V_2O_5	41,03
MoO_3	0,23
CuO	29,45
CaO	20,40
Fe_2O_3, Al_2O_3	2,80
SiO_2	1,10
H_2O	4,55
	99,56

Die vom Autor dafür aufgestellte Formel ist:

$$(VO_4)_4Cu_3Ca_3 . 2H_2O.$$

Später, im Jahre 1909, beschrieb K. Nenadkewitsch[3]) als an dem gleichen Fundorte vorherrschendes Vanadinmineral ein anderes Vanadat unter dem Namen »Turanit« und gab für dasselbe die Formel $5CuO . V_2O_5 . 2H_2O$ an. Es soll in dichten oder radialfaserigen, olivgrünen, kugeligen Concretionen und nierenförmigen Krusten in Hohlräumen von Malachit und erzführendem Kalkstein vorkommen.

Bureau of Standards and Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution, Washington, D. C., Februar 1913.

1) Der Name »Kalkvolborthit« wurde von Credner, der das Mineral als erster beschrieb, nicht benutzt.

2) Gornii Journal 1908, **4**, 255—267; Ref. Neues Jahrb. f. Min. 1909, **2**, 37.

3) Bull. Acad. des Sciences, St. Petersburg 1909, 185—186; Ausz. diese Zeitschr. **51**, 91.

III. Neuere krystallographische Beobachtungen an dem Pyrit von Dognácska[1]).

Von

Karl Zimányi in Budapest.

Die krystallisierten Pyrite von Dognácska finden sich hauptsächlich in drei Gruben, die schönsten und flächenreichsten stammen von »Vinere Mare«[2]). Die folgenden Mitteilungen beziehen sich ebenfalls auf Krystalle von »Vinere Mare« und sind Ergänzungen der schon vor einiger Zeit veröffentlichten[3]).

Zu den bereits bekannten Formen reihen sich noch die folgenden an, von diesen sind die für den Pyrit überhaupt neuen mit einem * bezeichnet.

e {710}	{533}
J {11.2.0}	{855}
C {16.3.0}	{10.7.7}
h {410}	{544}
𝔇 {830}	Π {655}
σ {760}	* {16.8.1}
ϑ' {340}	{18.9.2}
* {12.7.7}	w {841}

R {742}

Alle diese Formen sind mit untergeordneten, kleinen oder schmalen Flächen entwickelt, mit unvollständiger (2—3) Flächenzahl; infolge der Ausbildung sind die Reflexbilder schwach, wenn auch einheitlich, zuweilen auch auffallend scharf. Die bei wiederholten Einstellungen erhaltenen geringen Differenzen bewiesen, daß die Messungen gut ausführbar waren; die größeren

---

1) Aus dem ungar. Original vom Verf. mitgeteilt. Annales histor. natural. Musei Nation. Hungar. 1913, **11**, 1. Heft.

2) Földtani Közlöny 1910, **40**, 591. — Ref. diese Zeitschr. 1913, **53**, 57.

3) Földtani Közlöny 1912, **42**, 838. — Ref. diese Zeitschr. 1913, **53**, 59.

Abweichungen von den berechneten Werten rühren daher nicht von der mangelhaften Spiegelung, oder den dilatierten Reflexen her.

𝔇{830} beobachtete zuerst Mauritz[1]) an den Krystallen von Porkura und Fojnica; σ {760} beobachtete Websky[2]) mit dilatierten Reflexen, deshalb nahm diese Form Dana[3]) und Goldschmidt[4]) nicht auf. Schaller[5]) konnte dieselbe gut messen, und neuestens beobachtete sie auch Fukuchi[6]) an einem Pyrit von Azuma (Japan).

		Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
$a:c$	$= (100):(710)$ =	8° 10′— 8° 23′	2	1	8° 7¾′
$:J$	$=\quad :(11.2.0)$	10 9 —10 25	6	3	10 18¼
$:C$	$=\quad :(16.3.0)$	10 38 —10 45	4	2	10 37
$:h$	$=\quad :(410)$	13 55 —14 8	8	7	14 2½
:𝔇	$=\quad :(830)$	20 25 —20 40	2	2	20 33¼
$:\sigma$	$=\quad :(60\bar{7})$	49 30	1	1	49 24
$:\vartheta'$	$= (010):(340)$	36 45 —37 4	8	6	36 52½
:*	$= (100):(12.7.7)$	39 19 —39 36	2	2	39 31¼
$o:$	$= (111):(533)$	14 24 —14 33	3	2	14 25¼
:	$=\quad :(855)$	13 18	1	1	13 16
:	$=\quad :(10.7.7)$	10 2 —10 5	2	2	10 1
:	$=\quad :(544)$	6 12	2	2	6 12
$:\Pi$	$=\quad :(655)$	4 46 — 4 58	3	2	5 3
:*	$=\quad :(16.8.1)$	36 17	1	1	36 20
:	$=\quad :(18.9.2)$	34 9	1	1	34 7
$:w$	$=\quad :(841)$	33 35 —33 42	2	2	33 29
$a:w$	$= (100):(841)$	27 10	1	1	27 16
e :*	$= (210):(16.8.1)$	3 11	1	1	3 12
:	$=\quad :(18.9.2)$	5 33 — 5 43	2	2	5 40½
$:w$	$=\quad :(841)$	6 30 — 6 45	4	3	6 22¾
$R:a$	$= (274):(001)$	61 4	1	1	61 13
$:o$	$=\quad :(111)$	25 12	1	1	25 22
$:e$	$=\quad :(102)$	57 13	1	1	57 26

An einem vielflächigen Krystalle waren e {210} und a {100} im Gleichgewichte entwickelt, nicht viel kleiner waren die Flächen von o {111} und t {421}, das Dyakisdodekaëder R {742} war nur mit einer kleinen Fläche

1) Diese Zeitschr. 1904, **39**, 357—365. — Földt. Közlöny 1905, **35**, 537—544. Ref. diese Zeitschr. 1908, **44**, 70—71.

2) Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. 1879, **31**, 222.

3) A System of Mineralogy, 6-th edit. 1892, 84.

4) Index d. Krystallformen 1890, **2**, 506.

5) Bulletin, U. S. Geolog. Survey 1895, No. **262**, 133.

6) Beiträge z. Mineralogie von Japan, Tokyō 1912, No. **4**, 194.

vertreten; an einem anderen Krystall mit oktaëdrischem Habitus wurde die Streifung der Fläche $t(214)$ durch schmale, glänzende Streifen von $R\{742\}$ hervorgerufen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$R : a\ (427) : (001) =$	$32^{\circ}\ 41'$	$32^{\circ}\ 34\frac{1}{2}'$

Zwischen den Flächen von $e\{210\}$ und $\vartheta\{430\}$ konnte ich an mehreren (12) Krystallen die Neigung kleiner, schmaler Flächen gut messen; jedoch trotz der tadellosen Reflexe, variierten die Neigungen selbst an demselben Krystalle oft beträchtlich. Nach den Winkelwerten gehören diese Pentagondodekaëder bald zu $\varkappa\{850\}$, bald zu $g\{320\}$, das erstere nahm ich schon in die Formenreihe dieses Pyrites auf[1]).

	Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
$\varkappa : a = (850) : (100) =$	$31^{\circ}\ 51'$—$32^{\circ}\ 1'$	5	4	$32^{\circ}\ 0\frac{1}{4}'$

Bei größeren Abweichungen sind die gemessenen Neigungen meistens um 30′ höher als die berechneten Werte, sie variieren von 32°20′—32°56′. Einige Flächen haben eine noch größere Neigung, und nähern sich mehr zu $g\{320\}$; nur an einer Fläche konnte ich gut stimmende Werte erhalten, die übrigen zeigten die Neigung 33°0—33°31′.

	Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
$g : a = (320) : (100) :$	$33^{\circ}\ 39'$	1	1	$33^{\circ}\ 41\frac{1}{2}'$

Einstweilen kann ich diese Form nicht als definitiv gesichert betrachten; erwähnenswert ist, daß die entsprechende Form der anderen Stellung $g'\{230\}$ besonders an den oktaëdrischen Krystallen öfters mit sehr gut ausgebildeten Flächen sich findet[2]).

Durch Messungen konnte ich noch zwei Formen der rechten (negativen) Stellung feststellen, welche beide für den Pyrit überhaupt neu wären; in Anbetracht ihrer nicht guten Flächenbeschaffenheit und oscillatorischen Auftretens, sind sie nicht als definitiv gesichert zu betrachten. —

*$\{13.14.0\}$ als sehr schmale, streifenförmige Flächen neben $\varLambda'\{10.11.0\}$, oder auf den Rhombendodekaëderflächen in der Nähe von $g'\{230\}$ als Streifung; die Spiegelung war genügend.

	Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
$(13.14.0) : (010) =$	$42^{\circ}\ 37'$—$42^{\circ}\ 57'$	7	6	$42^{\circ}\ 53\frac{3}{4}'$

*$\{6.10.5\}$ an drei Krystallen mit gestörter und gestreifter Oberfläche, an einem anderen Krystalle ruft es an den Flächen von $n\{211\}$ die Riefung hervor. Es gehört der Zone $[021 : 100 = 01\bar{2}]$ an und die Flächen erscheinen zwischen $p\{221\}$ und $n\{121\}$, mit diesen oscillatorisch.

---

1) Földtani Közlöny 1910, **40**, 591. — Ref. diese Zeitschr. 1913, **53**, 57.

2) Földtani Közlöny 1910, **40**, 596. — Ref. diese Zeitschr. 1913, **53**, 57.

	Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
(5.6.10) : (102) =	28° 13′—28° 24′	5	4	28° 13′

Bei den Krystallen mit oktaëdrischem Typus findet sich noch ein zu β {322} vicinales Ikositetraëder, mit gut spiegelnden, schmalen Flächen, oder oscillatorisch auf den Oktaëderflächen die Streifung hervorrufend. Die Winkelwerte sind schwankend und differieren von den theoretischen um 10′—40′, sie stehen näher zu der vicinalen Form {59.40.40}.

	Beobachtet:	n	Kr	Berechnet:
$o:\beta$ = (111) : (322) =	10° 47′—11° 13′	10	7	11° 25¼′
$d:\beta$ = (101) : (322) =	31 7	1	1	30 58
(111) : (59.40.40) =				10 56

Die Combination der zwei oktaëdrischen Krystalle, an welchen das neue Ikositetraëder * {12.7.7} entwickelt war:

o, *e*, *t*, *a*, *n*, *d*, *g′*, *p*, * {12.7.7}, *h*, *J*

o, *a*, *e*, *t*, *n*, *d*, *g′*, *p*, * {12.7.7}, {544}, {10.7.7}, *c*, *C*, *h*, *D′*, ϑ'

An beiden Krystallen war neben der dominierenden Form auch das Hexaëder mit großen Flächen ausgebildet, welche parallel den Kanten [*a* : *e*] gefurcht waren; *e*, *t*, und *n* hatten gut ausgebildete, spiegelglatte Flächen. Die übrigen Formen waren sehr untergeordnet und modifizierten nicht den Combinationstypus.

* {16.8.1}. Die Flächen dieses Dyakisdodekaëders erscheinen als schmale Streifen auf einer Fläche von *e* {210}, an einem Krystalle dessen Combination: *e*, *t*, *o*, *n*, *a*, *p*, *d*, *g′*, ϑ', ν', *h*, * {16.8.1}, von welchen *e* {210}, *t* {421} und *o* {111} im Gleichgewicht zur Entwicklung kamen. —

Mit den auf Seite 10 aufgezählten Formen wurden bisher an dem Pyrit von Dognácska zusammen 70 nachgewiesen. An jedem Krystall waren ausgebildet *o* {111} und *e* {210}, sehr häufig sind *a* {100}, *n* {211}, *p* {221}, *s* {321} und *t* {421}, zu den gewöhnlichen sind zu zählen *d* {110}, ϑ {430} und ω {522}; die meisten übrigen Formen sind selten, und allgemein mit untergeordneten Flächen ausgebildet. Von den rechten (negativen) Formen hatten nur *D′* {450} und *g′* {230} Pentagondodekaëder an einigen Krystallen größere Flächen.

Die oktaëdrischen und pyritoëdrischen Combinationen sind die flächenreichsten, an den »Mittelkrystallen« war die Formenzahl beiläufig halb so groß; die dyakisdodekaëdrischen Combinationen sind von der Grube »Vinere Mare« sehr selten, und hexaëdrische Krystalle habe ich von hier nicht gefunden; um so häufiger sind diese zwei letzteren Combinationstypen an den Krystallen von der »Vier Evangelisten«-Grube[1]).

---

1) Földtani Közlöny 1911, **41**, 616. — Ref. diese Zeitschr. 1913, **53**, 58.

Ein dyakisdodekaëdrischer Krystall hatte die Combination: *s*, *e*, *a*, *t*; die Flächen der dominierenden Form sind nach den Kanten [*s* : *e*] und [*s* : *t*] stark gestreift, hervorgerufen von schmalen Streifen des Oktaëders, welches jedoch als selbständige Form die trigonalen Ecken nicht abstumpft. Die andere Streifung rührt von *t*{421} her, welche Form jedoch auch selbständig mit kleinen glatten Flächen an dem Krystall sich findet zwischen *e*{210} und *s*{321}; das Pendagondodekaëder ist mit großen, das Hexaëder mit schmalen Flächen vertreten. An einem anderen Krystall waren *s*{321}, *o*{111} und *a*{100} im Gleichgewicht entwickelt, *e*{210} und *t*{421} sind ganz untergeordnet.

Budapest, Ende März 1913.

IV. Über Quarzzwillinge mit nichtparallelen Hauptaxen.

Von

F. Zyndel in Basel.

(Hierzu Taf. I—III.)

Einleitung.

Im Gegensatz zu den häufig vorkommenden Quarzzwillingen mit parallelen Hauptaxen sind Quarzzwillinge mit nichtparallelen oder geneigten Hauptaxen bis jetzt nur an wenigen Orten und meistens nur in geringer Zahl gefunden worden.

Das bekannteste Gesetz der Gruppe von Quarzzwillingen mit nichtparallelen Hauptaxen ist das Japaner Gesetz [Zwillingsebene $\xi\,(11\bar{2}2)$, $(52\bar{1})$]. Es wird in allen größeren Lehrbüchern der Mineralogie aufgeführt. Andere Gesetze finden nur in Handbüchern Erwähnung. Dabei werden sie aber gewöhnlich nicht zu den eigentlichen Zwillingen, sondern zu den regelmäßigen Verwachsungen gestellt. Als solche werden z. B. in C. Hintze's Handbuch der Mineralogie (Bd. I, S. 1334) aufgezählt die Gesetze von G. Rose [Zwillingsebene $r\,(10\bar{1}1)$, (100)], von Q. Sella [Zwillingsebene $p\,(10\bar{1}2)$, (411)], E. Kaiser [Zwillingsebene $(30\bar{3}4)$, $(10.1.1)$], G. Jenzsch (Zinnwalder Gesetz und Zwickauer Gesetz), G. Friedel (rechtwinklige Durchkreuzungen) u. a. m.

Der Grund dafür, daß einige von den eben aufgezählten gesetzmäßigen Verbindungen von Quarzkrystallen von den meisten Krystallographen allgemein nur als regelmäßige Verwachsungen und nicht als eigentliche Zwillinge betrachtet werden, mag darin liegen, daß man sie zurzeit nur als vereinzelte Fälle kennt und deshalb ihre geometrischen Gesetzmäßigkeiten als bloß zufällige anzusehen geneigt ist. Sonst wäre nicht einzusehen, warum z. B. Verwachsungen von Quarzkrystallen nach einer Fläche (100) (G. Rose) oder nach einer Fläche (411) (Q. Sella) nicht ebensogut als Zwillinge bezeichnet werden könnten wie Verwachsungen nach $(52\bar{1})$ (Japaner Gesetz, C. S. Weiß).

Bei einigen anderen Verwachsungen (Jenzsch's Zinnwalder Gesetz und Zwickauer Gesetz, Friedel's rechtwinklige Durchkreuzungen) geschieht die Ausschaltung aus der Reihe der Zwillinge hauptsächlich deshalb, weil bei ihnen eine Zwillingsebene oder eine Zwillingsaxe und damit ein nach den landläufigen Anschauungen notwendiges Merkmal des Zwillings fehlt.

Bei einer Untersuchung der Quarzzwillinge mit nichtparallelen Hauptaxen mußte nach obigem vor allem darnach getrachtet werden, neue Vertreter für jedes dieser seltenen Gesetze zu finden. Ließen sich solche finden in einer Zahl, daß das Vorkommen einer bestimmten Verwachsungsart nicht mehr als zufällig angesehen werden konnte, so war im weiteren noch zu entscheiden, ob die Regelmäßigkeiten der Verwachsung wirklich als einen Zwilling charakterisierend anzusehen seien.

Nun ist es mir bei der Durchmusterung einiger tausend Quarzkrystalle in der Tat gelungen, für einige der Gesetze neue Vertreter zu finden. Außerdem habe ich nun Verwachsungsarten von Quarzkrystallen gefunden von ähnlicher Gesetzmäßigkeit, wie sie einen Teil der bereits von anderer Seite als Zwillinge beschriebenen Quarzverwachsungen charakterisieren. Bei der Entscheidung darüber, ob in jedem bestimmten Falle die Verwachsung von zwei Quarzkrystallen als eine zwillingsmäßige angesehen werden könne, habe ich mich an die Definition gehalten, die V. Goldschmidt (diese Zeitschr. **44**, 584) von einem Zwilling gibt. Sie lautet:

Zwilling ist die zweiaxige Verwachsung zweier gleichartiger Krystalle.

Dabei ist:

Homozwilling: homoaxiale } zweiaxige Verwachsung zweier gleichartiger
Heterozwilling: heteroaxiale } Krystalle.

Im Anschlusse an die geometrischen Betrachtungen ist auch versucht worden, eine genetische Erklärung der Zwillinge nach den einzelnen Gesetzen zu geben. Diese Erklärungen geschahen im Sinne der Goldschmidt'schen Anschauungen über Zwillingsbildung.

Noch eine weitere Frage wurde in Angriff genommen. Die eingehende Untersuchung der Zwillinge nach dem Japaner Gesetze hat ergeben, daß in der Verwachsungsregion der verzwillingten Individuen Anomalien des inneren Baues vorhanden sind, deren Grad abnimmt mit zunehmender Entfernung von der Verwachsungsregion. Einige Beobachtungen, die an Quarzzwillingen nach anderen Gesetzen gemacht werden konnten, lassen erwarten, daß solche Anomalien ganz charakteristische sein werden für jedes der am Quarze auftretenden Zwillingsgesetze. Das weitere Studium der Erscheinungen verspricht interessante Resultate über die orientierende Wirkung der beim Wachstum wirkenden Partikelkräfte.

In der vorliegenden Publikation sollen hauptsächlich die geometrischen Verhältnisse der Quarzzwillinge mit nichtparallelen Haupt-

axen behandelt werden. Mitteilungen über den inneren Bau der nach den verschiedenen Gesetzen verzwillingten Individuen werden folgen.

Den Anstoß zu meinen Studien über Quarzzwillinge gab eine Preisaufgabe, die von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel nach einem Vorschlage von Prof. Dr. C. Schmidt auf das Jahr 1910 gestellt worden war. Herrn Prof. Dr. C. Schmidt möchte ich vor allem danken für die Anregung, die Frage zu lösen zu versuchen, und im weiteren für die mir gewährte Unterstützung mit Material und Literatur. Besten Dank schulde ich ferner Herrn Prof. Dr. V. Goldschmidt in Heidelberg für sein Interesse an meinen Untersuchungen. Für die Unterstützung mit Untersuchungsmaterial bin ich außer den beiden Genannten auch noch folgenden Herren zu Dank verpflichtet: Prof. Dr. E. Bücking in Straßburg i. E., Prof. Dr. Joh. Koenigsberger in Freiburg i. Br., Dr. J. Drugman in Oxford, Privatdozent Dr. A. Buxtorf, Dr. Th. Engelmann, Dr. E. Baumberger in Basel, Prof. Dr. E. Künzli in Solothurn, Prof. Dr. A. Baltzer, Prof. Dr. E. Hugi, Dr. E. Gerber in Bern, Prof. Dr. Chr. Tarnuzzer in Chur.

I. Quarzzwillinge mit Deckung von b_2 mit b_2'.

1. Das Zwickauer Gesetz Jenzsch's.

G. Jenzsch[1]) definierte das Zwickauer Gesetz folgendermaßen:

»Ebene der Hauptaxen parallel einer Fläche des hexagonalen Prismas *b* und zwei Dihexaëder-Polkanten des einen mit zwei Kanten des hexagonalen Prismas *b* des anderen Krystalles parallel.«

Dabei versteht Jenzsch unter der Ebene der Hauptaxen eine Ebene, in welcher die Hauptaxen beider einem Zwillinge zugehörigen, gekreuzten Krystalle liegen.

Jenzsch fand bei den Krystallographen seiner Zeit keine Anerkennung für das Zwickauer Gesetz. Bald geriet es in Vergessenheit. In neuerer Zeit wird es wieder erwähnt von C. Hintze in seinem Handbuche der Mineralogie, Bd. I, 1335. Doch zählt auch er es nicht zu den gesicherten Zwillingen. Hintze ist vielmehr der Ansicht, daß das Zwickauer Gesetz (mit dem Zinnwalder Gesetz) nur in der von Jenzsch gewählten Ausdrucksweise einen Schein von Existenzmöglichkeit erhalte, im übrigen jeglicher Krystallonomie entbehre«.

Ähnlicher Meinung wie Hintze war früher auch V. Goldschmidt. Noch 1905[2]) stellt er Jenzsch's Zwickauer Gesetz zu den unsicheren Zwillingsgesetzen. Messungen und Beobachtungen jedoch, die er später[3]) an einem Quarzzwilling aus der Sammlung G. Seligmann's anstellen

---

1) Pogg. Ann. 1868, **134**, 540.

2) Tscherm. Mitt. 1905, N. F. **24**, 181; Ausz. diese Zeitschr. **44**, 100.

3) Diese Zeitschr. 1908, **44**, 407.

konnte, ließen ihn diesen Zwilling dem Zwickauer Gesetze unterordnen und damit das Gesetz als gesichert betrachten.

Mit der Unterordnung der Seligmann'schen Gruppe unter das Zwickauer Gesetz war Goldschmidt im Unrecht. Wie im nächsten Kapitel gezeigt werden soll, entsprechen die geometrischen Verhältnisse desjenigen Gesetzes, dem Goldschmidt bei der Entstehung des Seligmann'schen Zwillings die Hauptwirkung zuschreibt und das er als identisch mit Jenzsch's Zwickauer Gesetz betrachtet, in Wirklichkeit nicht diesem, sondern einem neuen Gesetze. Ohne es zu merken, hat Goldschmidt dieses neue Gesetz mit Jenzsch's Zwickauer Gesetz verwechselt und so irrtümlicherweise den Seligmann'schen Zwilling nach dem Zwickauer Gesetze benannt.

Nun ist es mir aber doch geglückt, vier unzweifelhafte Vertreter von Jenzsch's Zwickauer Gesetz aufzufinden. Ich selbst besitze zwei solcher Zwillinge nach dem Zwickauer Gesetze von Seedorf (Kanton Uri). Ein dritter Zwickauer Zwilling, vom Finsteraarhorn stammend, gehört dem Solothurner naturhistorischen Museum; ein vierter, von Disentis, fand sich an einer prächtigen Quarzgruppe der mineralogischen Sammlung der Universität Straßburg i. E.

Diese vier Zwickauer Zwillinge sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

a) Erster Zwilling nach dem Zwickauer Gesetz von Seedorf.

Die Gruppe ist in Parallelprojection dargestellt in Fig. 1, Taf. I. Zwei ungleich große Individuen I und II sind miteinander verwachsen.

Individuum I ist 9 mm lang, $4\frac{1}{2}$ mm breit, 5 mm dick. Es besitzt außer den gewöhnlichen Flächen $b r \varrho = (10\bar{1}0)\ (2\bar{1}\bar{1}),\ (10\bar{1}1)\ (100,\ 22\bar{1})$ eine Rhombenfläche $S_3 = (2\bar{1}\bar{1}1)\ (4\bar{2}1)$. Diese liegt links oben über b_2. Sie ist gestreift parallel der Combinationskante $b_3 : r_2$. Der Rhomboëderfläche r_2 kommt positives Vorzeichen zu. Darnach ist der Krystall als ein linker zu betrachten. Anzeichen für Zwillingsbildung nach Dauphinéer- oder Brasilianerart sind keine vorhanden.

Individuum II ist 2 mm lang, $1\frac{1}{2}$ mm breit, $1\frac{1}{2}$ mm dick. Mit dem auf der Figur abgewendeten Teile steckt es in Individuum I. An dem freien Teile sind vorhanden: 3 Prismen- und 7 Rhomboëderflächen. Von diesen letzteren sind im Bilde nur 6 sichtbar.

In der Art der Verwachsung lassen sich die folgenden Regelmäßigkeiten erkennen:

es sind parallel:

die Prismenflächen b_2 von I und b'_2 von II

die Prismenkanten von I und die 2 Dihexaëderkanten $\underline{\varrho}'_6 : \underline{r}'_1$ und $\varrho'_3 : r'_4$ von II

» » » II » » 2 » $r_6 : \varrho_1$ » $r_3 : \underline{\varrho}_4$ »

Wie man sieht, entsprechen diese Regelmäßigkeiten den charakteristischen Merkmalen des Zwickauer Gesetzes in Jenzsch's Fassung.

Die Messung der Gruppe mittelst des einkreisigen Goniometers ergab, daß die Positionen der Flächen und der von ihnen gebildeten Zonen genau den Forderungen des Zwillingsgesetzes entsprechen.

Eine Übersicht über den Flächen- und Zonenverband des Zwillings gibt die gnomonische Projection der Fig. 1, Taf. III. In diesem Bilde sind die zu dem großen Krystalle I gehörigen Punkte durch gefüllte Ringe, die zu dem kleineren Krystalle II gehörigen durch leere Ringe eingezeichnet.

Projectionsebene ist die in beiden Individuen parallele Prismenfläche b_2.

Im Zentrum des Bildes decken sich die Flächenpunkte b_2 von I und b'_2 von II. Dieses Zusammenfallen von Prismenpunkten entspricht der Parallelität der Prismenebenen.

Im weiteren decken sich: Zone $[b_1\ b_2\ b_3]$ von I mit Zone $[\underline{r}'_1\ b'_2\ \varrho'_3]$ von II.
» $[\varrho_1\ b_2\ \underline{r}_3]$ » I » » $[b'_1\ b'_2\ b'_3]$ » II.

Dieses Zusammentreffen von Zonen entspricht dem oben erwähnten Parallelismus gewisser Kanten.

Bei unserer Gruppe haben wir außer dem Zusammenfallen je einer Flächennormale auch Zusammenfallen von je zwei Zonen der beiden Individuen.

Die Verwachsung gehört also zu den Zwillingen im Sinne Goldschmidt's. Da ungleiche Zonen sich decken — Prismenzonen mit Trapezoëderzonen — ist sie als **Heterozwilling** zu bezeichnen.

Aus dem gnomonischen Bilde läßt sich folgende genetische Bezeichnung des Gesetzes ablesen:

Hauptbinder: Prismenfläche b_2.
Hauptbindezonen: je eine Prismenzone und je eine Trapezoëderzone.

Den Vorgang der Verknüpfung zu zwillingsmäßiger Verwachsung können wir uns vorstellen:

Es erfolgt erst Anheften und Einrichten von b_2. Dann ist noch eine Drehung um b_2 möglich. Fixieren in Zwillingsstellung geschieht durch Einschnappen der Prismenzonen mit den Trapezoëderzonen.

Bei unserer Gruppe lassen das Größenverhältnis und die gegenseitige Begrenzung der verzwillingten Individuen darauf schließen, daß Individuum II jünger ist als Individuum I und erst nachträglich an dieses sich angesetzt hat.

b) Zweiter Zwilling nach dem Zwickauer Gesetz von Seedorf.

Die Gruppe ist in Parallelprojection dargestellt in Figur 2, Tafel I. Ein größeres Individuum I trägt eine Anzahl kleinerer Individuen, die mit ihm teils unregelmäßig, teils regelmäßig verwachsen sind. Von den letzteren wurde in der Figur eines gezeichnet und mit II bezeichnet.

Individuum I ist 14 mm lang, 6 mm breit, $4\frac{1}{2}$ mm dick. Es zeigt die gewöhnliche Ausbildung b, r, ϱ. Seine Rhomboëderflächen sind etwas gerundet.

Individuum II ist viel kleiner. Es ist 1 mm lang, $\frac{1}{2}$ mm breit, $\frac{1}{2}$ mm dick. An Flächen sind vorhanden: 3 Prismenflächen und 6 Rhomboëderflächen. Mit dem in der Figur abgewendeten Teile steckt es in I.

In der Art der Verwachsung lassen sich folgende Regelmäßigkeiten erkennen:

die Flächen b_2 von I und b'_2 von II
es sind parallel die Zonen $[b_2\, \varrho_3\, r_4]$ von I und $[b'_1\, b'_2\, b'_3]$ von II
» » $[b_1\, b_2\, b_3]$ » I » $[r'_6\, \varrho'_1\, b'_2]$ » II.

Die Messung ergab das genaue Zusammenfallen dieser Deckflächen und dieser Deckzonen. Auch diese Gruppe ist somit als Zwilling nach Jenzsch's Zwickauer Gesetz zu betrachten.

Die formelle und die genetische Bezeichnung dieses Zwillings sind ähnlich wie beim ersten Zwickauer Zwilling von Seedorf.

c) Zwilling nach dem Zwickauer Gesetz vom Finsteraarhorn.

Die Gruppe ist in Parallelprojection dargestellt in Figur 3, Taf. I.

Ein großes, 8 cm langes und 4 cm breites Individuum I trägt eine Anzahl kleinerer Individuen. Eines von diesen ist mit I regelmäßig verwachsen. Es wurde in der Figur mit abgebildet und als II bezeichnet.

Individuum II ist 6 mm lang, 3 mm breit, $\frac{3}{4}$ mm dick. Von seinen Flächen ist stark vorherrschend eine Prismenfläche (b_2). Nach dieser Fläche ist das Individuum stark abgeplattet.

Über die Prismenfläche b_2 des Individuums II verläuft ein Knick. Er ist in der Figur als Linie angedeutet, die von oben nach unten über die Fläche verläuft. Der in der Figur rechts von dieser Linie liegende Teil der Prismenfläche bildet mit b_2 von I einen Winkel von ungefähr einem Grad, der links liegende Teil ist ihr parallel. Außer dieser Regelmäßigkeit in der Verwachsung der beiden Individuen zeigt sich ein Parallelismus der Prismenkanten von II mit der Kante $b_2 : \varrho_1$ von I. Der Winkel der sich kreuzenden Hauptaxen, der für diesen Fall nach Rechnung $42^\circ 17^\circ$ beträgt, wurde an unserem Zwilling mit dem Anlegegoniometer zu $42\frac{1}{2}^\circ$ bestimmt. Es darf deshalb wohl Zusammenfallen der Zonen $[b'_3\, b'_2\, b'_1]$ von II mit $[b_2\, \varrho_1\, r_6]$ von I angenommen werden. Dann sind die Bedingungen erfüllt, die Gruppe dem Zwickauer Gesetze unterordnen zu lassen. Eine Kontrolle dieser Annahme auf Grund von Messungen mit dem mir zur Verfügung stehenden Reflexionsgoniometer war wegen der Größe des Krystalles nicht möglich.

Die Gruppe wurde nachträglich mit Flußsäure geätzt. Dabei zeigte sich, daß Individuum I in complicierter Weise aus Linksquarz und Rechtsquarz sich zusammensetzt, die in Dauphinéer und Brasilianerart sich durchdringen. Am oberen Ende sind linksdrehende Partien stark vorherrschend, rechtsdrehende bilden in ihnen Einlagerungen von nur geringer Ausdehnung.

Linksdrehend ist unter anderem die Scholle, auf der Individuum II sitzt. Diese Scholle ist krystallographisch so orientiert, daß auf b_2 rechts oben, gegen ϱ_1 hin, das Auftreten negativer rechter Trapezoëder möglich wäre. Ähnlich wie Individuum I setzt sich auch Individuum II in complicierter Weise zusammen aus Rechtsquarz und Linksquarz. Stark vorherrschend ist Linksquarz. Sein Hauptteil ist so orientiert, daß links oben auf b_2 das Auftreten positiver linker Trapezoëder möglich wäre.

Jedes der beiden Individuen I und II kann seiner Zusammensetzung nach als Quarzcomposit aufgefaßt werden, d. h. als ein Quarzkrystall, aufgebaut aus Partikeln von Links- und Rechtsquarz, diese unter sich parallel oder um 60° in der Hauptaxe gedreht[1]).

Die zwei Quarzcomposite, jeder ein vielgegliedertes Ganze in sich, bilden zusammen, wie einfache Krystalle, einen Zwilling, den Compositzwilling nach dem Zwickauer Gesetz.

d) Quarzzwilling nach dem Zwickauer Gesetz an einer Quarzgruppe von Disentis (Graubünden).

Die Gruppe wurde mir von Herrn Prof. E. Bücking in Straßburg i. E. zur Untersuchung anvertraut. Sie ist in dreimaliger Vergrößerung in Parallelprojection dargestellt in Fig. 4, Taf. I. Fünf Individuen sind miteinander verwachsen. Projectionsebene ist die Prismenfläche b_2 des größten Individuums. Die fünf Individuen sind mit I—V bezeichnet. Regelmäßigkeiten sind vorhanden in der Verwachsung von I mit II, von I mit III, von IV mit V. Zunächst wollen wir uns die Verbindung von I mit II ansehen.

Es sind parallel: die Flächen b_2 von I und b_2 von II

die Zonen $[b_3\ b_2\ b_1]$ von I und $[b_2\ \varrho_1\ r_6]$ von II
$[r_4\ \varrho_3\ b_2]$ von I und $[b_3\ b_2\ b_1]$ von II.

Die Verwachsung ist also als Zwilling nach dem Zwickauer Gesetz zu bezeichnen.

Die Gesetzmäßigkeiten in der Verbindung von II mit I bestehen aber nicht für das ganze Individuum II, sondern nur für einen Teil derselben. Immerhin ist dieser Teil stark vorherrschend. Ein kleiner Teil von II, in der Figur rechts unten liegend, ist mit dem Hauptteil von II nicht genau parallel und damit auch mit I nicht in gesetzmäßige Beziehung zu bringen. Die oberflächliche Trennungslinie zwischen den beiden nicht genau parallelen Teilen von II ist in der Figur angedeutet. Sie verläuft über die Prismenfläche b_1 von unten nach oben und tritt dann hinüber auf die Rhomboëderfläche r_6.

Nun mögen noch die Regelmäßigkeiten in der Verwachsung der

1) Vergl. V. Goldschmidt, Über Composite, Compositzwillinge und -Viellinge. Diese Zeitschr. 1907, **43**, 347.

übrigen Individuen der in Fig. 4 abgebildeten Gruppe kurz angedeutet werden.

Wie II ist auch III mit I regelmäßig verwachsen. Ähnlich wie II hat auch III eine Prismenfläche mit I parallel. Während aber dort der Winkel der sich kreuzenden Hauptaxen 42° 17′ beträgt, mißt er hier das Doppelte, nämlich 84° 33′. Dies ist der für das Japaner Gesetz charakteristische Hauptaxenwinkel. Es fallen hier zusammen die Zonen $[r_4\ \varrho_3\ b_2]$ von II und $[b_2\ \varrho_1\ r_6]$ von I. Beide sind Trapezoëderzonen, also gleichartige Zonen. Dieser Umstand, das Zusammenfallen gleichartiger Zonen beim Japaner Gesetze einerseits, das Zusammenfallen ungleichartiger Zonen beim Zwickauer Gesetze andererseits, zeigt, daß die beiden äußerlich recht ähnlichen Gesetze doch ganz scharfe und formell charakteristische Unterschiede aufweisen.

Ganz eigenartig ist die Verbindung von IV mit V. Die goniometrische Messung hat ergeben, daß die Prismenfläche b_2 von IV und r_2 von V einander parallel sind. Außerdem zeigte sie ein Zusammenfallen der Zonen $[\varrho_3\ b_2]$ von IV und $[b_2\ r_2]$ von V. Das sind Regelmäßigkeiten, wie sie dem Lötschentaler Gesetz eigentümlich sind. Eine ausführliche Darstellung des Gesetzes wird in einem späteren Kapitel gegeben werden.

Endlich möge noch die eigentümlich verzerrte Form des Individuums IV erwähnt werden. Schon P. Groth hat darauf aufmerksam gemacht bei seiner Aufzählung und kurzen Charakterisierung der Quarzkrystalle der Mineraliensammlung der Universität Straßburg (Min. Samml. Univ. Straßburg, S. 99).

Zusammenfassung: Die vorliegende Untersuchung ergibt, daß Quarzkrystalle existieren, die genau dem Zwickauer Gesetz Jenzsch's entsprechen. Das durch Messungen erwiesene genaue Zusammenfallen von Flächen und Zonen, entsprechend dem Wortlaut des Gesetzes in Jenzsch's Fassung, zeigt die Selbständigkeit des Zwickauer Gesetzes gegenüber anderen Gesetzen.

2. Die Gesetze Breithaupt's und Goldschmidt's.

A. Breithaupt schreibt in seinem Handbuche der Mineralogie 1847 **3**, 666: »Noch gibt man ein anderes Gesetz an, Drehungsaxe senkrecht auf $\frac{3}{2}R'$ ($2P2$ Naumann's) Drehungswinkel 180°«. Weitere Angaben, etwa über Fundort oder Messungen, macht er keine.

Das Vorkommen von Breithaupt's Gesetz wurde später bestätigt durch G. Jenzsch[1]). Er fand es an einer in seinem Besitze befindlichen Quarzgruppe unbekannten Vorkommens. Jenzsch definiert das Gesetz folgendermaßen:

Ebene der Hauptaxen beider Krystalle parallel einer Fläche des hexagonalen Prismas b und zweimal je zwei Dihexaëder-Polkanten mit-

1) Pogg. Ann. 1868, **134**, 540.

einander parallel. In einer schematischen Figur hat Jenzsch die verzwillingten Krystalle als vollkommen ausgebildet und einander durchdringend dargestellt.

Als Ergänzung der Jenzsch'schen Darstellung diene Fig. 3, Taf. III, die ein gnomonisches Bild eines Zwillings nach $s = 2P2$ darstellt. Projectionsebene ist die Ebene der Hauptaxen, d. h. die in beiden Individuen parallele Prismenfläche b_2. In das Bild wurden eingetragen die Flächenpunkte von b, r, ϱ, s der beiden Individuen. Die Flächenpunkte b, r, ϱ des einen Individuums sind durch gefüllte Ringe, diejenigen des anderen durch leere Ringe angezeigt. Die im Endlichen liegenden Flächenpunkte $s = 2P2$ sind durch kräftige schwarze Punkte markiert.

Im gnomonischen Bilde fallen zusammen:

genau: die Flächenpunkte b_2 und b'_2,
fast genau: die Flächenpunkte r_2 und s'_3; s_2 und r'_2
$\underline{\varrho}_2$ und $\underline{s}'_2$; $\underline{s}_3$ und $\underline{\varrho}'_2$.
genau: die Zonen $[b_1\ r_2\ \varrho_3]$ und $[\varrho'_1\ r'_2\ b'_3]$
$[\underline{r}_1\ \underline{\varrho}_2\ b_3]$ und $[b'_1\ \underline{\varrho}'_2\ \underline{r}'_3]$
fast genau: die Zonen $[b_2\ r_2\ o]$ und $[b'_2\ s'_3\ \varrho'_3]$
$[b_2\ s_2\ \varrho_1]$ und $[b'_2\ r'_2\ o']$.

Innerhalb der genau sich deckenden Zonen sind parallel die in der Projection ins Unendliche fallenden Flächen s_4 und s'_1; $\underline{s}_1$ und $\underline{s}'_4$.

Das Projectionsbild ist symmetrisch in bezug auf die durch das Centrum verlaufende gestrichelte Gerade SS. Diese ist die Spur der auf den Prismenflächen b_2 bzw. b'_2 senkrecht stehenden Zwillingsebene $s_4 = (1\bar{2}11)$, $(1\bar{2}4)$ bzw. $s'_1 = (14\bar{2})$.

Das Bild des einen Krystalles ist gegenüber demjenigen des anderen gedreht um $48^0 53'$. Dies ist der Neigungswinkel der sich kreuzenden Hauptaxen. Er entspricht dem Neigungswinkel einer Rhombenfläche s zur Axe a.

Die genetische Bezeichnung des Gesetzes läßt sich etwa folgendermaßen aussprechen:

Hauptbinder die Prismenflächen b_2.

Bindezonen je 2 Trapezoëderzonen $b_1\ r_2\ \varrho_3$, und $b_3\ \underline{\varrho}_2\ \underline{r}_1$.

Da gleichartige Zonen das Festhalten in Zwillingsstellung besorgen, gehört das Gesetz zur Gruppe der **Homozwillinge.**

Breithaupt's Gesetz geriet nach Jenzsch's Zeiten in Vergessenheit. In neuerer Zeit wurde es wiedergefunden durch G. Seligmann in Koblenz. Das Gesetz zeigte sich an einer prächtig ausgebildeten Gruppe, die nach Lacroix's Meinung höchst wahrscheinlich aus dem Dauphiné stammt.

Die Seligmann'sche Gruppe wurde durch V. Goldschmidt eingehend untersucht[1]). Dabei zeigte sich, daß die Gruppe nicht genau dem Breithaupt'schen Gesetze entspreche. Der Winkel der sich kreuzenden Hauptaxen der verzwillingten Individuen wurde nicht zu $48^0 54'$ gefunden, wie es das Gesetz verlangen würde, sondern zu $48^0 49'$ oder $47^0 21'$, je nach dem Gewicht, das man den Einzelpositionen beizulegen geneigt war.

---

1) Diese Zeitschr. 1908, **44**, 407.

Goldschmidt führt die Abweichung des gemessenen von dem berechneten Winkel hauptsächlich darauf zurück, daß ein zweites, dem Breithaupt'schen nahestehendes Gesetz bei der Entstehung des Zwillings mitgewirkt habe.

Ein Bild von der Flächen- und Zonendeckung nach diesem zweiten Gesetze gibt Fig. 3, Taf. III. Projectionsebene ist, wie in Fig. 2, die Ebene der Hauptaxen. Die gefüllten Ringe bezeichnen wieder die Flächenpunkte des einen, die leeren diejenigen des anderen Krystalles. Durch kräftige, schwarze Punkte sind wieder die im Endlichen liegenden Flächenpunkte $s = 2P2$ markiert.

Im Bilde fallen zusammen:

genau: die Flächenpunkte b_2 und b'_2,
fast genau: die Flächenpunkte r_2 und s'_3; s_2 und r'_2
$\underline{\varrho}_2$ und $\underline{s}'_2$; $\underline{s}_3$ und $\underline{\varrho}'_2$.
genau: die Zonen $[b_2\ r_2\ o]$ und $[b'_2\ s'_3\ \varrho'_3]$
$[b_2\ s_2\ \varrho_1]$ und $[b'_2\ r'_2\ o']$
fast genau: die Zonen $[b_1\ r_2\ \varrho_3]$ und $[\varrho'_1\ r'_2\ b'_3]$
$[\underline{r}_1\ \underline{\varrho}_2\ b_3]$ und $[b'_1\ \underline{\varrho}'_2\ \underline{r}'_3]$.

Das Projectionsbild besitzt keine Symmetrielinie. Symmetrie in bezug auf eine krystallographische Fläche ist nicht vorhanden.

Das Bild des einen Krystalles ist gegenüber demjenigen des anderen gedreht um 47° 43′. Dies ist der Neigungswinkel der Hauptaxen. Es entspricht dem Neigungswinkel einer Dihexaëderpolkante zur Axe a oder dem Complementwinkel der Neigung einer Dihexaëderpolkante zur Axe c.

Die genetische Deutung des Gesetzes läßt sich folgendermaßen aussprechen:

Hauptbinder die Prismenflächen b_2.

Bindezonen je eine Basiszone $b_2\ r_2\ o$ und je eine Trapezoëderzone $b_2\ \varrho_1$.

Da durch Einrichten ungleicher Zonen, Basiszonen mit Trapezoëderzonen, Bindung erfolgt, gehört das Gesetz zur Gruppe der **Heterozwillinge.**

Goldschmidt hat dieses Gesetz mit Jenzsch's Zwickauer Gesetz als identisch betrachtet. Damit war er im Irrtum. Wie ein Vergleich der Figg. 1 und 3 ergibt, kommen nach den beiden Gesetzen nicht die gleichen Zonen zur Deckung. Beim Zwickauer Gesetz sind es Trapezoëderzonen $b\ r\ \varrho$ und Prismenzonen, hier Trapezoëderzonen $b\ r\ \varrho$ und Basiszonen $b\ r\ o$. Dementsprechend ist auch die Neigung der Hauptaxen verschieden, dort beträgt sie 42° 17′, hier 47° 43′. Die Deckungsverhältnisse, die Goldschmidt aufgedeckt hat, sind neu. Das neue Gesetz nenne ich Goldschmidt's Gesetz.

Wie bereits erwähnt, nimmt Goldschmidt an, daß bei der Entstehung des Zwillings aus der Seligmann'schen Sammlung zwei Gesetze mitgewirkt haben, Breithaupt's Gesetz und sein neues Gesetz. Daher betrachtet er den Zwilling als zustande gekommen nach einem Doppelgesetz.

Goldschmidt hat auch versucht, durch eine Diskussion zu entscheiden, welchem der beiden concurrierenden Gesetze der größere Einfluß

bei der endgültigen Fixierung in Zwillingsstellung zuzuschreiben sei. Nach ihm müßte angenommen werden, daß das Goldschmidt'sche Gesetz (bei Goldschmidt Zwickauer Gesetz) das stärkere sei. Dem mag so sein. Es scheint mir aber, daß Goldschmidt den Einfluß des Breithaupt'schen Gesetzes bei der Diskussion zu niedrig angeschlagen hat; denn nach diesem Gesetze decken sich die Trapezoëderzonen $[b_1\ r_2\ \varrho_3]$ und $[\varrho_1'\ r_2'\ b_3']$, bzw. $[\underline{r}_1\ \underline{\varrho}_2\ b_3]$ und $[b_1'\ \underline{\varrho}_2'\ \underline{r}_3']$ nicht nur nahezu, wie Goldschmidt irrtümlicherweise angenommen hat, sondern genau. Weiteres Studium der Frage an geeignetem Material erscheint darum notwendig zur eventuellen Entscheidung der Frage.

Weil es unter diesen Umständen heute als kaum möglich erscheint, mit Sicherheit den Einfluß des einen und des anderen Gesetzes gegeneinander abzuwägen, scheint es mir im weiteren angezeigt, das Doppelgesetz einstweilen nicht nach dem einen der beiden Gesetze zu nennen, sondern ihm vorläufig einen Doppelnamen zu geben. Ich schlage vor, das Doppelgesetz nach den Autoren der beiden mitwirkenden Gesetze das Breithaupt-Goldschmidt'sche Gesetz zu nennen.

Quarzzwillinge nach dem Breithaupt-Goldschmidt'schen Gesetz sind bis jetzt große Seltenheiten. Trotz systematischen Suchens ist es mir bis heute nicht gelungen, mehr als noch einen Zwilling nach diesem Gesetz aufzufinden. Dieser neue Belag für das Gesetz stammt von Brusson im Piemont. Er reicht, was Größe und Schönheit anbelangt, nicht im entferntesten heran an den herrlichen Seligmann'schen Krystall.

Die Gruppe von Brusson ist in Parallelprojection dargestellt in Fig. 5, Taf. I. Drei ungleich große Individuen sind miteinander verwachsen. Individuum I ist 5 cm lang, 3 cm breit, 17 mm dick; Individuum II 2 cm lang, 12 mm breit, 10 mm dick; Individuum III 2 mm lang, 2 mm breit, 1 mm dick.

Alle drei Individuen haben die Primenfläche b_2 parallel. II und I sind miteinander verbunden nach dem Japaner Gesetze, III und I nach dem Breithaupt-Goldschmidt'schen Gesetze.

Die Unterordnung der Verwachsung der Individuen III und I unter das Breithaupt-Goldschmidt'sche Gesetz geschah auf Grund der folgenden Messungsdaten:

Die goniometrische Messung erwies die genaue Parallelität von b_2 von III mit b_2 von I. Im weiteren zeigte sich ein Zusammenfallen der Zonen $b_2\ r_2$ von III mit $b_2\ \varrho_1$ von I. Die Rhomboëderfläche r_2 von III lieferte allerdings keinen vollständig einheitlichen Reflex, sondern eine Anzahl nahe beieinander liegender Reflexe. Von diesen lag einer genau in der Zone $b_2\ \varrho_1$ von I. Nur diesen Reflex allein berücksichtigend, müßte man die Verwachsung dem Goldschmidt'schen Gesetz zuordnen und annehmen, daß das Breithaupt'sche Gesetz nicht oder nur wenig beigetragen habe

zur Entstehung des Zwillings. In Anbetracht der Rauhigkeit und Unebenheit der Fläche r_2 (III) ist aber ein bestimmtes Urteil hierüber nicht am Platze. Die Gruppe ist darum einstweilen am besten allgemein dem Doppelgesetze *Breithaupt-Goldschmidt*'s unterzuordnen.

Um über das Drehungsvermögen der verzwillingten Individuen III und I Aufschluß zu erhalten, wurde die Gruppe mit Flußsäure geätzt. Individuum I erwies sich als zusammengesetzt aus Rechtsquarz und Linksquarz. Stark vorherrschend ist Rechtsquarz, dieser wieder zusammengesetzt aus Teilen, die gegeneinander in der Richtung der Hauptaxe um 60° gedreht sind. Der größte Teil der rechtsdrehenden Partie ist so orientiert, daß r_2 positives Vorzeichen zukommt. Von dieser Orientierung ist die auch der Teil von I, der III trägt.

Individuum III ist ebenfalls rechtsdrehend. Seine Orientierung ist so, daß r_2 wieder positives Vorzeichen zukommt.

Bei der Ätzung löste sich Individuum III von Individuum I. So wurde es möglich, die *Verwachsungsflächen der verzwillingten Individuen* zu studieren.

Die Vertiefung, die III in I zurückgelassen hat, ist ganz unbedeutend. Sie mißt ca. $\frac{1}{5}$ mm. Individuum III, das jünger ist als Individuum I und einst auf der Oberfläche von I sich festgesetzt hat, ist seit der Anheftung an I in der Richtung $\perp$ b_2 rascher fortgewachsen als I.

Am Grunde der Vertiefung ist eine Fläche, die parallel liegt zu b_2 (III und I). In der Ausdehnung stimmt sie ungefähr überein mit b_2 von III. Individuum II hat sich also nach erfolgter Anheftung an I zunächst hauptsächlich flach über I hin ausgebreitet.

Über diese Fläche am Grunde der Vertiefung verläuft eine Richtung, $\pm$ parallel der Combinationskante $b_2 : \varrho_1$ von I.

Aus dem Grunde der Vertiefung führen schmale Flächen herauf auf das Niveau der Fläche b_2 von I. Zwei von diesen dürften etwa die Prismenflächen b_4 und b_6 von III darstellen. Andere scheinen weder Flächen von III, noch solchen von I zu entsprechen. Vielleicht sind sie als *Übergangsflächen* von einem Krystall zum anderen zu deuten.

3. Das Japaner Gesetz [Zwillinge nach $\xi = (1\bar{2}12)$, $(2\bar{1}5)$].

Quarzzwillinge nach $\xi = (1\bar{2}12)$, $(2\bar{1}5)$ wurden zum erstenmal erwähnt von C. S. *Weiß*[1]). Seither sind sie oft beschrieben worden. Es ist das bekannteste Gesetz der Quarzzwillinge mit nichtparallelen Hauptaxen. Da Zwillinge nach diesem Gesetze in großer Zahl namentlich aus Japan gekommen und in allen Sammlungen zu finden sind, wird es jetzt häufig *Japaner Gesetz* genannt[2]).

---

1) Abh. Berliner Akad. 1829, 77.

2) V. *Goldschmidt*, Tscherm. Mitt. 1905, N. F. **24**, 173; Ausz. diese Zeitschr. **44**, 100.

Eine Übersicht über die Flächen- und Zonendeckung eines Zwillings nach ξ läßt sich gewinnen an Hand der Fig. 4, Taf. III, die eine gnomonische Projection eines solchen darstellt. Projectionsebene ist die in beiden Individuen parallele Prismenfläche b_2. Darin sind die Punkte von I durch gefüllte, die von II durch leere Ringe markiert. Doppelte Ringe bezeichnen Deckpunkte.

Im Bilde fallen zusammen:

genau: die Flächenpunkte b_2 und b'_2
$\underline{r_1}$ » ϱ'_1
ϱ_3 » $\underline{r'_3}$
$\underline{s_2}$ » s'_2
s_3 » $\underline{s'_3}$
die Zonen $[\underline{r_1}\ b_2\ \varrho_3]$ und $[\varrho'_1\ b'_2\ \underline{r'_3}]$

fast genau: die Zonen $[\underline{r_3}\ b_2\ \varrho_1]$ und $[\underline{r'_1}\ b'_2\ \varrho'_3]$.

Das Projectionsbild ist symmetrisch in bezug auf die durch das Centrum verlaufende, gestrichelte Symmetrielinie SS. Diese ist die Spur der auf den Prismenflächen b_2 bzw. b'_2 senkrecht stehenden Zwillingsebene $\xi_4 = [1\bar{2}12]$ bzw. $\xi'_1 = [\bar{1}2\bar{1}2]'$.

Das Bild des einen Krystalles ist gegenüber demjenigen des anderen gedreht um $84^0\,33'$. Dies ist der Winkel der sich kreuzenden Hauptaxen. Er entspricht dem doppelten Neigungswinkel einer Dihexaëder-Polkante zur Hauptaxe.

Aus dem gnomonischen Bilde läßt sich die genetische Bezeichnung des Gesetzes ablesen.

Bei Goldschmidt lautet sie:

Hauptbinder: die Prismenfläche b_2, in zweiter Linie $\varrho_1\ r_6$.

Hauptbindezone: die Trapezoëderzone $\varrho_1\ r_6$.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II können wir uns nach Goldschmidt vorstellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von b_2 (dann ist noch eine Drehung um die Axe $\perp b_2$ möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zone $b_2\ \varrho_3\ r_4$ von I mit Zone $b_2\ r'_1\ \varrho'_6$ von II.

Neben dieser von Goldschmidt gegebenen genetischen Deutung des Gesetzes ist noch an eine andere Deutung zu denken. Sie würde lauten:

Bindezone: $b_2\ \varrho_1\ r_6$.

Binder: $b_2\ \varrho_1\ r_6$.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II hätten wir uns nach dieser Deutung vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Trapezoëderzone $b_2\ \varrho_1\ r_6$ (dann ist noch eine Drehung um die Axe dieser Zone, d. h. um die Kante $\varrho_1 : r_6$ möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen von b'_2 mit b_2, ϱ'_1 mit r_4, r'_6 mit ϱ_3.

Die beiden genetischen Deutungen des Gesetzes sind also:

1. Binder b_2, Drehung $84^0\,33'$.
2. Bindezone $b_2\ \varrho_1\ r$, Drehung 180^0.

Ich glaube annehmen zu dürfen, daß beide Deutungen berechtigt sind. Deutung 1 dürfte am Platze sein beim gewöhnlichen Typus der Zwillinge nach ξ, der Abplattung nach der Bindefläche b_2 zeigt. Deutung 2 scheint mir berechtigt zu sein bei dem viel selteneren Typus, bei dem die Ab-

plattung der verzwillingten Individuen fehlt und diese als Doppelpyramiden ausgebildet sind. Zwillinge nach ξ von diesem Typus hat J. Drugman erwähnt aus dem porphyrischen Quarzandesit von Estérel[1]).

Im Laufe der letzten Jahre hatte ich Gelegenheit, mich eingehend mit dem Studium von Quarzzwillingen nach ξ vom Typus der Japaner Krystalle zu beschäftigen. Das meiste Material, das mir zur Verfügung stand, stammt von Brusson im Piemont. Quarzzwillinge nach ξ von diesem Orte hat schon L. Colomba beschrieben in der Publication: »Osservazioni mineralogiche sui giacimenti auri feri di Brusson (Valle d'Aosta[2]). Zwei weitere Zwillinge von Brusson sind abgebildet in der Fig. 6 u. 7, Taf. I der hier vorliegenden Arbeit. Neben Zwillingen nach ξ kommen in Brusson auch Drillinge und Vierlinge nach dem gleichen Gesetz vor.

Meine Studien bezogen sich hauptsächlich auf den inneren Aufbau und den Habitus der verzwillingten Individuen. Über einige der dabei erzielten Resultate habe ich vor drei Jahren eine vorläufige Mitteilung veröffentlicht[3]). Eine ausführliche Monographie der Quarzzwillinge nach ξ ist in Vorbereitung.

4. Rechtwinklige Druckkreuzungen (C. Friedel).

Bei den rechtwinkligen Druckkreuzungen von künstlichen Quarzkrystallen, die C. Friedel beschreibt[4]), haben die verzwillingten Individuen eine Prismenfläche b_2 parallel. Die Neigung der Hauptaxen beträgt 90°.

Goldschmidt, der 1908 eine Zusammenstellung der Zwillingsgesetze des Quarzes veröffentlichte[5]), hat das Friedel'sche Gesetz nicht zu den Zwillingen gerechnet. Mit anderen Gesetzen figuriert es bei ihm noch unter den unsicheren Zwillingsgesetzen.

Herr Prof. V. Goldschmidt hatte die große Freundlichkeit, mir Friedel'sches Material zur Untersuchung anzuvertrauen. Das Resultat dieser Untersuchung ist, daß ich Friedel's Angaben von der Existenz rechtwinkliger Druckkreuzungen von künstlichen Quarzkrystallen als durchaus berechtigt bezeichnen muß.

An den mikroskopisch kleinen, äußerst zierlich gebauten Friedel'schen Zwillingen sind meistens zwei Individuen von gleicher Dicke miteinander verwachsen. Seltener ist der Fall, daß das eine dünner ist als das andere. Nach der gemeinsamen Prismenfläche sind sie abgeplattet. Sie erinnern so in ihrem Habitus an die Japaner Zwillinge. Von diesen unterscheiden sie

---

1) Diese Zeitschr. 1912, **50**, 598.

2) Atti della R. accademia delle scienze di Torino 1906/07, **42**, 921.

3) Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1910, 356.

4) Bull. soc. min. Paris 1888, **11**, 19.

5) Diese Zeitschr. 1908, **44**, 407.

sich im wesentlichen nur durch die Größe der Neigung der Hauptaxen. Er beträgt bei Friedel's Gesetz genau 90°, beim Japaner Gesetz 84° 33′.

Daß Friedel's Gesetz der inneren Wahrscheinlichkeit nicht entbehrt, erkennt man leicht, wenn man sich über die Flächen- und Zonendeckung nach diesem Gesetz Rechenschaft gibt. Fig. 5, Taf. III, gibt darüber Aufschluß. Sie ist ein gnomonisches Bild eines Zwillings nach Friedel's Gesetz. Durch ausgefüllte Ringe sind darin die Flächenpunkte des einen, durch leere Ringe diejenigen des anderen Individuums markiert.

	die Flächenpunkte b_2 von I und b'_2 von II
Es decken sich:	die Zonen $[b_2\ r_2\ o]$ von I und $[b'_1\ b'_2\ b'_3]$ von II
	» $[b_1\ b_2\ b_3]$ von I und $[b'_2\ r'_2\ o']$ von II.

Das Bild ist symmetrisch in bezug auf die Halbierungslinien des von den Hauptaxen gebildeten rechten Winkels der beiden Individuen. Diese Geraden entsprechen, rein geometrisch genommen, Zwillingsebenen der Gruppe. Diese Ebenen sind aber keine am Quarz krystallographisch mögliche Flächen. Ob solchen, vorerst rein ideellen Zwillingsebenen eine genetische Bedeutung zukommt, werden weitere Untersuchungen lehren müssen. Denkbar ist ja, daß längs dieser Ebenen z. B. ein Ausgleich der Partikelkräfte der verzwillingten Individuen stattfindet.

Die genetische Bezeichnung des Zwillingsgesetzes ist folgende:

Hauptbinder: b_2.

Bindezonen: je eine Basiszone $b_2\ r_2\ o$ und je eine Prismenzone $b_1\ b_2\ b_3$.

Den Vorgang der Zwillingsbildung können wir uns vorstellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von b_2 und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Basiszonen mit den Prismenzonen.

Da die Fixierung der Krystalle (bzw. deren Embryonalpartikel) durch Einrichten ungleicher Zonen erfolgt, ist der Zwilling als **Heterozwilling** zu bezeichnen.

Nachdem rechtwinklige Durchkreuzung zweier Quarzindividuen lange Zeit nur an künstlichen Krystallen bekannt war, ist es mir vor kurzem gelungen, dieselbe Regelmäßigkeit in der Verwachsung auch an einer natürlichen Quarzgruppe zu finden.

Die Gruppe, an der ich das Gesetz beobachtet habe, besteht aus einer größeren Zahl von Individuen, von denen mehrere interessante Regelmäßigkeiten in der Verwachsung zeigen. Von dieser Gruppe wurde in Fig. 8, Taf. I, das dargestellt, was uns hier besonders interessiert. Andere Regelmäßigkeiten sollen an anderer Stelle abgebildet und beschrieben werden.

Individuum I der Gruppe ist 5 mm breit und (im ganzen) 14 mm lang. Es trägt auf der Prismenfläche b_2 ein zierliches, $\frac{1}{2}$ mm langes zweites Kryställchen. Im Goniometer zeigte sich ein genauer Parallelismus der Fläche b_2 dieses kleinen Individuums II mit b_2 von I. Weitere Resultate waren goniometrisch nicht zu erlangen. Die Messung unter dem Mikroskop ergab, daß die Prismenkanten von II senkrecht stehen zu denjenigen von I. Die Verwachsung der beiden Individuen darf also dem Friedel'schen Gesetz untergeordnet werden.

Bei der eben beschriebenen Gruppe ist Individuum II jünger als Individuum I. Man darf gespannt sein, ob es gelingen wird, rechtwinklige Durchkreuzungen von natürlichen Quarzkrystallen nach Friedel's Gesetz zu finden, bei denen aus der Ausbildung der Gruppe geschlossen werden könnte auf ein ehemaliges Zusammentreten von Embryonalpartikeln zum Embryonalzwilling nach diesem Gesetze und nachheriges Weiterwachsen zum Zwillingskrystall.

Übersicht.

In Fig. 6, Taf. III, sind die fünf besprochenen Gesetze: das Zwickauer Gesetz Jentzsch's; Goldschmidt's Gesetz; Breithaupt's Gesetz; das Japaner Gesetz; Friedel's Gesetz zu einem Sammelbilde vereinigt.

Das Bild enthält die gnomonischen Projectionen von sechs Krystallen. Von jedem Krystalle sind zur Darstellung gelangt drei Prismenflächen (b_1, b_2, b_3) und sechs Rhomboëderflächen (ϱ_1, r_2, ϱ_3, $\bar{r}_1$, $\underline{\varrho}_2$, $\bar{r}_3$). Die Flächenpunkte der einzelnen Krystalle sind unterschieden durch gefüllte, $\frac{3}{4}$ gefüllte, $\frac{1}{2}$ gefüllte, $\frac{1}{4}$ gefüllte Ringe, Ringe mit einem Durchmesserkreuz und leere Ringe. Projectionsebene ist die in allen Individuen parallele Prismenfläche b_2.

Von den sechs Krystallbildern ist eines (das durch gefüllte Ringe ausgezeichnete) als feststehend gedacht. Die anderen sind um die gemeinsame, auf dem Projectionsbilde senkrecht stehende Axe b_2 um einen bestimmten Betrag gedreht. Die Drehung ist für jeden Krystall so weit durchgeführt, daß im Bilde eine oder (gleichzeitig) zwei seiner Hauptzonen mit einer oder (gleichzeitig) zwei Hauptzonen des feststehenden ersten Bildes sich decken.

Je nach der Größe der Drehung decken sich Basiszone und Trapezoëderzone, Basiszone und Prismenzone, Trapezoëderzone und Trapezoëderzone, Trapezoëderzone und Prismenzone. Durch diese verschiedenen Arten der Zonendeckung unterscheiden und charakterisieren sich die einzelnen Zwillingsgesetze.

In den Fällen, wo gleiche Zonen sich decken, handelt es sich um Homozwillinge, in den Fällen, wo ungleiche Zonen sich decken, um Heterozwillinge.

Die fünf besprochenen Gesetze lassen sich an Hand unserer Fig. 6, Taf. III, nach der Größe des Drehwinkels folgendermaßen gruppieren (s. nebenstehende kleine Tabelle).

Aus der Figur läßt sich im weiteren entnehmen, daß die Reihe der Zwillingsgesetze nach der Größe des Drehwinkels in zwei Gruppen zerfällt. Die eine Gruppe, A, umfaßt drei Gesetze mit kleinerem, die andere Gruppe, B, zwei Gesetze mit größerem Drehungswinkel. Zur Gruppe A gehören das Zwickauer Gesetz, Breithaupt's Gesetz, Goldschmidt's Gesetz mit Drehungswinkeln von 42° 17, 47° 43′ und 48° 54′; zur Gruppe B sind zu zählen das Japaner Gesetz und Friedels Gesetz mit Drehwinkeln von 84° 33′ und 90°.

Dreh-Axe	Dreh-Winkel	Einschnappen	Gruppe	Name des Gesetzes	Autor
b_2	42° 17′	$[b_1\, b_2\, b_3]$ mit $[\varrho_1\, b_2\, \underline{r_3}]$ $[\underline{\varrho_1}\, b_2\, \varrho_3]$ » $[b_1\, b_2\, b_3]$	Heterozwilling	Zwickau	G. Jenzsch F. Zyndel
b_2	47 43	$[\underline{r_3}\, b_2\, \varrho_1]$ mit $[b_2\, r_2\, o]$ $[b_2\, r_2\, o]$ » $[\underline{r_1}\, b_2\, \varrho_3]$	Heterozwilling	Goldschmidt	V. Goldschmidt F. Zyndel
b_2	48 54	$[b_1\, r_2\, \varrho_3]$ mit $[b_3\, r_2\, \varrho_1]$ $[b_3\, \underline{\varrho_2}\, \underline{r_1}]$ » $[b_1\, \underline{\varrho_2}\, \underline{r_3}]$	Homozwilling zw. Ebene: $s = (1\bar{2}4)$	Breithaupt	A. Breithaupt
b_2	84 33	$[\varrho_3\, b_2\, \underline{r_1}]$ mit $[\underline{r_3}\, b_2\, \varrho_1]$	Homozwilling zw. Ebene: $\xi = (2\bar{1}5)$	Japan	C. S. Weiß
b_2	90	$[b_1\, b_2\, b_3]$ mit $[b_2\, r_2\, o]$ $[b_2\, r_2\, o]$ » $[b_1\, b_2\, b_3]$	Heterozwilling	C. Friedel	C. Friedel F. Zyndel

Innerhalb der Gruppe A stehen Goldschmidt's und Breithaupt's Gesetz einander näher als Goldschmidt's Gesetz und das Zwickauer Gesetz. Breithaupt's Gesetz und Goldschmidt's sind praktisch vielleicht überhaupt nicht zu trennen; sie summieren ihre Kräfte zur Erzeugung eines Zwillings nach einem Doppelgesetz (Quarzdoppelgesetz Breithaupt-Goldschmidt). Diesem Doppelgesetz gegenüber ist Jenzsch's Zwickauer Gesetz unabhängig und selbständig.

Der Nachweis der Unabhängigkeit des Zwickauer Gesetzes Jenzsch's von dem Quarzdoppelgesetz Breithaupt-Goldschmidt's ist in genetischer Hinsicht sehr interessant. Er erlaubt uns einen Schluß auf die Größe des von einem Zwillingsgesetz beschriebenen Raumes. Wir sehen hier, daß die kräftigen Basis- und Trapezoëder-Deckzonen des Doppelgesetzes Breithaupt-Goldschmidt, die unter Winkeln von nur 6° 37′ bzw. 5° 26′ an den charakteristischen Deckzonen des Zwickauer Gesetzes vorbeistreichen, den Verknüpfungsvorgang nach diesem letzteren Gesetze, nämlich Einschnappen von Basiszonen mit Prismenzonen, nicht zu beeinflussen vermögen.

Eine ähnliche Betrachtung läßt sich anstellen hinsichtlich der Gruppe B. Friedel's Gesetz ist, was Größe des Drehungswinkels anlangt, nur um 5° 27′ verschieden von dem Japaner Gesetz. Trotz dieser engen Nachbarschaft mit dem Japaner Gesetz vermag es sich aber doch von diesem unabhängig zu halten und Zwillinge zu bilden, die genau den ihm selbst innewohnenden und eigentümlichen Verknüpfungskräften entsprechen.

Mit Berücksichtigung des Umstandes, daß Kraftzonen (Hauptzonen) der Krystalle ihre anziehende und orientierende Kraft nur innerhalb eines verhältnismäßig engen Winkelraumes geltend zu machen vermögen, begreifen

wir nun auch, warum in unserem Falle Quarzzwillinge nach den besprochenen Gesetzen so große Seltenheiten sind. Die Wahrscheinlichkeit, daß die um b_2 — sagen wir langsam — erfolgende Drehung eines Embryonalpartikel II irgendwo außerhalb solcher bestrichenen Räume einer Embryonalpartikel I oder eines Krystalls I Halt macht, ist eben groß. In diesem Falle kommt es nicht zum Einschnappen einer zweiten Kraftrichtung. Wir haben einaxige Verwachsung, und wenn die Partikel II in dieser Stellung sich zu entwickeln vermag neben Partikel I von Krystall I, so entsteht eine einaxige Verwachsung zweier Krystalle. Solche einaxige Verwachsungen von Quarzkrystallen, bei denen Prismenflächen des einen mit solchen des anderen sich decken, ohne daß eine zweite krystallographische Richtung eingerichtet ist, sind in der Tat recht häufig. Wenn sie vor den einfachen Krystallen stark zurücktreten, so mag dies damit zusammenhängen, daß es vereinzelten Partikeln, die an einen älteren Krystall von einer gewissen Größe sich anhaften zu einaxiger Verwachsung, nur schwer gelingen dürfte, zu selbständigen großen Krystallen sich zu entwickeln.

Die oben gewonnene Folgerung, daß die von einem einzelnen Zwillingsgesetze bestrichenen Räume klein seien, läßt noch eine weitere Anwendung zu. Sie ermöglicht nämlich, Aussagen zu machen über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Zwillingsgesetze.

Bei den Quarzzwillingen mit nichtparallelen Hauptaxen ist eine recht auffällige Erscheinung u. a. die, daß rechtwinklige Durchkreuzungen so außerordentlich selten, Zwillinge nach dem Japaner Gesetze dagegen relativ häufig vorzukommen scheinen, wo doch die Differenz der Hauptaxenwinkel in einem und im anderen Falle nur $5^0 27'$ beträgt. Ein Grund hierfür mag darin liegen, daß Prismen- und Basiszonen, die bei den rechtwinkligen Durchkreuzungen die Bindung besorgen, nicht so kräftig sind wie die Trapezoëderbindezonen der Japaner Zwillinge. Daneben besteht aber sicher noch ein anderer. Wenn nicht zufällig schon beim ersten Anheften durch Einrichten der Prismenaxen b_2 gleichzeitig ein fast oder ganz genaues Eindecken der Basiszonen mit den Prismenzonen erfolgt, so wie es dem Friedel'schen Gesetze entspricht, so ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß Festhalten und Fixieren nach diesem Gesetz erfolgt, nicht mehr groß. Ist nämlich der Drehwinkel, den die Basiszonen bzw. Prismenzonen nach dem Einrichten von b_2 bis zur Stellung, wo sie nach Friedel's Gesetz einzuschnappen hätten, von einiger Größe, so werden beim Zurücklegen des Weges dahin, für andere Zonen Deckgelegenheiten entstehen und benutzt werden, sodaß Fixierung zu zwillingsmäßiger Verwachsung nach anderen und nicht nach Friedel's Gesetz erfolgt.

Ganz anders und viel günstiger stehen die Verhältnisse für das Japaner Gesetz. Wenn hier auch nicht beim ersten Anheften nach b_2 gleichzeitig die Trapezoëderbindezonen in der Nähe der Einschnappstelle sich befinden,

so können diese, falls die Drehbewegung kräftig genug ist, von weit außerhalb heranwandern, ohne daß für andere Zonen Gelegenheit entstände, einzuschnappen und die Bewegung dadurch aufzuheben. So erhält eben das Japaner Gesetz einen Vorzug vor Friedel's Gesetz.

Die weitere Verfolgung der Frage nach der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Zwillingsgesetze im Sinne des hier angedeuteten Versuches scheint Resultate zu versprechen.

II. Quarzzwillinge mit Deckung von r_2 mit r'_2.

1. Zwillinge nach $r(10\bar{1}1)$ (100).

Bei den von G. Rose[1]) beschriebenen Quarzzwillingen von Reichenstein in Schlesien sind die Quarzkrystalle regelmäßig verwachsen mit Calcit, und zwar so, daß die gemeinsame Rhomboëderfläche eines Quarzpärchens parallel ist zu einer (110)-Fläche des Calcits. Es mußte deshalb die Frage gestellt werden, ob es sich hier um eigentliche Quarzzwillinge handle oder um regelmäßige Verwachsung von Quarz mit Calcit, in welchem Falle sich nicht die Quarze gegenseitig orientieren, sondern gemeinsam vom Calcit orientiert werden.

Eck, der Rose's Originalkrystalle wieder untersucht hat, kam zum Resultat[2]), daß die erwähnte Gruppierung der Quarzkrystalle lediglich der gesetzmäßigen Verwachsung des jungen Quarzes und des Kalkspates zuzuschreiben sei.

Nun ist es aber vor einigen Jahren V. Goldschmidt gelungen, zwillingsmäßige Verwachsung zweier Quarzkrystalle nach (100) auch von der Art zu finden, daß allein den Quarzindividuen die bindende Kraft zugeschrieben werden muß[3]). Goldschmidt fand sie an einer Quarzgruppe aus dem Griesern tal im Kanton Uri.

Seither sind durch J. Drugman Quarzzwillinge nach (100) in großer Zahl gefunden worden im Quarzandesit von Esterel in Südfrankreich[4]). Das Gesetz kann also heute als vollständig gesichert betrachtet werden.

Eine Übersicht über die Verhältnisse der Flächendeckung, der Zonendeckung und der Symmetrie der Zwillinge nach R gibt die Fig. 7, Taf. III. Sie ist ein gnomonisches Bild eines nach R verzwillingten Krystallpaares[5]). Durch gefüllte Ringe sind darin angegeben die Flächenpunkte des einen, durch leere Ringe die Flächenpunkte des anderen Individuums. Projectionsebene ist die beiden Individuen parallele Rhomboëderfläche r_2 (100).

1) Pogg. Ann. 1851, **84**, 461.

2) Zeitschr. d. Geol. Ges. 1866, **18**, 428.

3) Tscherm. Mitt. 1905, N. F. **24**, 157.

4) Diese Zeitschr. 1912, **50**, 596.

5) Vergl. V. Goldschmidt, l. c. Taf. I, Fig. 2.

Im Bilde decken sich:

die Flächen r_2 von I und r'_2 von II
die Zonen $[b_2\ r_2\ o]$ » I » $[b'_2\ r'_2\ o']$ » II
» » $[b_3\ r_2\ \varrho_1]$ » I » $[b'_3\ r'_2\ \varrho'_1]$ » II
» » $[b_1\ r_2\ \varrho_3]$ » I » $[b'_1\ r'_2\ \varrho'_3]$ » II

Innerhalb der Deckzonen deckt sich immer nur je ein und derselbe Punkt, während andere Punkte sich nicht decken. Es sind also alles gemeine Deckzonen. Der Deckpunkt ist r_2. Er ist der Schnittpunkt aller 3 Deckzonen.

Das Bild zeigt Symmetrie nach 2 Symmetriegeraden. Die eine entspricht der in beiden Individuen zusammenfallenden Basiszone $b_2\ r_2\ o$, die andere SS, der Zwillingsebene.

Goldschmidt gibt zwei genetische Bezeichnungen des Gesetzes.

Deutung A.

Hauptbinder: r_2.

Bindezonen: 1 Rhomboëderzone (hier als Basiszone bezeichnet) $b_2\ r_2\ o$.
2 Trapezoëderzonen $b_1\ r_2\ \varrho_3$; $b_3\ r_2\ \varrho_1$.

Nach dieser Deutung hätte man sich den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von r_2 (dann ist noch eine Drehung um die Axe $\perp r_2$ möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Basiszonen $(b_2\ r_2\ o)$ und von je 2 Trapezoëderzonen. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall beträgt 180^0.

Deutung B.

Hauptbinder: die Basiszone $b_2\ r_2\ o$.

Binder: r_2, ϱ_5.

Nach dieser Deutung hätte man sich den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Basiszonen $b_2\ r_2\ o$ (dann ist noch eine Drehung um die Axe dieser Zone, um $a_1\ a_4$ möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen von r_2 mit ϱ_5. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall beträgt $76^0\ 26'$.

Diese zweite genetische Bezeichnung deckt sich mit der geometrischen in der Fassung, wie sie Jenzsch gegeben hat:

Ebene der Hauptaxen parallel einer Fläche des hexagonalen Prismas a und je zwei Hauptrhomboëderflächen miteinander parallel.

Goldschmidt glaubt, daß es möglich sei, die beiden Deutungen auch praktisch auseinanderzuhalten und in concreten Fällen aus der Verwachsungsart und der Ausbildung der Individuen zu entscheiden, auf welchem der beiden Wege die Verknüpfung zum Zwilling erfolgt sei. So nimmt er an, daß bei dem Grieserntaler Krystall die Deutung A mit Hauptbinder r und Drehung 180^0, bei Rose's Reichensteiner Krystallen dagegen die Deutung B mit Bindezone $b\,r\,o$ und Drehung $76^0\ 26'$ anzunehmen sei.

Wie bei manchen anderen Gesetzen, kommt auch bei den Quarzzwillingen nach R wiederholte Zwillingsbildung vor. Von Herrn Dr. F. Krantz in Bonn erhielt ich eine äußerst complicierte Quarzgruppe zur Untersuchung anvertraut, die wahrscheinlich einen Vierling nach R darstellt. Die Untersuchung der interessanten Gruppe ist noch nicht abgeschlossen. Hierüber soll später berichtet werden.

2. Zwillinge nach $p = (10\bar{1}2)$, (411).

Q. Sella[1]) constatierte das Gesetz an einer Gruppe unbekannten Vorkommens im Museum zu Turin. Neue Belege für die Existenz des Gesetzes sind seither keine gefunden worden. Wenn V. Goldschmidt[2]) in seiner zusammenfassenden Publikation »Über die Zwillingsgesetze des Quarz« von 1905 das Gesetz gleichwohl zu den gesicherten Zwillingsgesetzen zählte, so tat er das offenbar deshalb, weil dem Gesetze nach dem Verhältnisse der Flächendeckung und der Zonendeckung eine große innere Wahrscheinlichkeit zukommt. Fig. 8, Taf. III, gibt hierüber Aufschluß. Sie ist ein gnomonisches Bild eines nach $\pm \frac{1}{2}R$ verzwillingten Krystallpaares. Durch gefüllte Ringe sind angegeben die Flächenpunkte des einen, durch leere Ringe die des anderen Individuums. Projectionsebene ist die bei beiden Individuen parallele $\pm \frac{1}{2}R$-Fläche p_2 bzw. π_5.

Im Bilde decken sich:

die Flächen	p_2	von I	und	π'_5	von II
» »	ϱ_1	» I	»	r'_6	» II
» »	ϱ_3	» I	»	r'_4	» II
die Zonen	$[b_2\ r_2\ o]$	» I	»	$[b'_2\ r'_2\ o']$	» II
» »	$[\varrho_1\ p_2\ \varrho_3]$	» I	»	$[r'_6\ \pi'_5\ r'_4]$	» II
» »	$[b_1\ p_2]$	» I	»	$[b'_4\ \pi'_5]$	» II
» »	$[b_3\ p_2]$	» I	»	$[b'_6\ \pi'_5]$	» II

Das Bild zeigt Symmetrie nach zwei Symmetriegeraden. Die eine entspricht der in beiden Individuen zusammenfallenden Basiszone $b_2\ r_2\ o$, die andere, SS, der Zwillingsebene.

Ähnlich wie für die Zwillinge nach R lassen sich auch für die Zwillinge nach $\pm \frac{1}{2}R$ zwei genetische Bezeichnungen geben:

Deutung A.

Hauptbinder: ϱ_1 bzw. r_6.

Bindezonen: die Basiszone $[b_2\ r_2\ o]$
die Zone $[\varrho_1\ p_2\ \varrho_3]$ bzw. $[r_6\ \pi_5\ r_4]$.

Nach dieser Deutung hätte man sich den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von ϱ_1 bzw. r_6 (dann ist noch eine Drehung um die Axe ϱ_1 bzw. r_6 möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zonen $[\varrho_1\ \varrho_3]$ von I und $[r'_6\ r'_4]$ von II, $[b_2\ r_2\ o]$ von I und $[b'_2\ r'_2\ o']$ von II. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall ist gleich dem Supplement eines Rhomboëderpolkantenwinkels nämlich $86^0\ 04'$.

Deutung B.

Hauptbinder: die Basiszone $b_2\ r_2\ o$.

Binder: $\varrho_1\ \varrho_3$, $r'_6\ r'_4$.

Nach dieser Deutung hätte man sich den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Basiszonen $b_2\ r_2\ o$ (dann ist noch eine Drehung um die Axe dieser Zone, um $a_1\ a_4$ möglich) und Fixieren

1) Mem. Ac. Torino 1856, **17**, S. 35, Taf. VI.

2) Tscherm. Mitt. 1905, N. F. **24**, 169.

in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zonen $[\varrho_1\ \varrho_3]$ von I und $[r'_6\ r'_4]$ von II. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall ist gleich dem Supplement der doppelten Neigung einer Polkante des Quarzrhomboëders zur Hauptaxe, nämlich $64^0\ 50'$.

Die zweite genetische Fassung deckt sich mit der geometrischen in der Fassung, wie sie Jenzsch gegeben hat:

Ebene der Hauptaxen parallel einer Fläche des hexagonalen Prismas a und je zwei Rhomboëderpolkanten miteinander parallel.

Es liegt die Vermutung nahe, daß es möglich sein wird, die genetischen Deutungen A und B auch praktisch auseinanderzuhalten, ähnlich wie das durch V. Goldschmidt bei den Zwillingen nach R bereits versucht worden ist.

Das Wesentliche in der Deutung A der Zwillinge nach R und der Zwillinge nach $\frac{1}{2}R$ ist die Annahme, daß das erste Anhaften zweier Quarzpartikel erfolge durch Einrichten einer Rhomboëderflächennormale oder mit einer Rhomboëderflächennormale der anderen Partikel, und Fixieren zu zwillingsmäßiger Verwachsung geschehe durch nachheriges Einschnappen von Zonen der einen mit Zonen der anderen Partikel.

Charakteristisch für diese beiden Zwillingsgesetze ist im weiteren, daß das Fixieren in Zwillingsstellung erfolgt durch Deckung gleichartiger Zonen der verschiedenen Individuen. Beide Gesetze gehören deshalb zur Gruppe der Homozwillinge.

Nun darf wohl vermutet werden, daß — analog einigen Gesetzen mit erstem Anheften durch Einrichten der Prismennormalen — auch nach erstem Anheften der Rhomboëdernormalen — Fixierung zu zwillingsmäßiger Verwachsung auch bewerkstelligt werden könne durch Einschnappen von ungleichartigen Zonen der beiden Individuen. Mit anderen Worten: es liegt die Vermutung nahe, daß auch in der Gruppe: Hauptbinder r, Drehung um die Normale von r, das Vorkommen von Heterozwillingen wahrscheinlich sei. Die Möglichkeiten der Flächenzonendeckung berücksichtigend, gelangen wir dazu, zwei weitere Gesetze für wahrscheinlich zu halten. Es sind dies

3. Die hypothetischen Gesetze A und 𝔄.

Ein Zwilling nach dem hypothetischen Gesetze A ist in gnomonischer Projection dargestellt in Fig. 9, Taf. III. Gefüllte Ringe bezeichnen die Flächenpunkte des einen, leere Ringe diejenigen des anderen Krystalles. Projectionsebene ist die beiden Individuen gemeinsame Rhomboëderfläche r_2.

Im Bilde decken sich:

die Flächen	r_2	von I	und	r'_2	von II
die Zonen	$[b_1\ r_2\ \varrho_3]$	» I	»	$[b'_2\ r'_2\ o']$	» II
» »	$[b_2\ r_2\ o]$	» I	»	$[b'_3\ r'_2\ \varrho'_1]$	» II.

Zu bemerken ist noch, daß außerdem je ein Rhomboëderpunkt des einen Individuums fast genau in die Prismenzone des anderen fällt; es fällt nämlich

ϱ_1	von I fast genau in die Prismenzone	$[b'_1\ b'_2\ b'_3]$	von II
ϱ'_3	» II » » » »	$[b_1\ b_2\ b_3]$	» I.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II hätten wir uns vorzustellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von r_2 (dann ist noch eine Drehung um die Axe $\perp r_2$ möglich) und Fixierung in Zwillingsstellung durch Einschnappen von je einer Basiszone mit je einer Trapezoëderzone. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall beträgt 70° 21′. Dieser Winkel entspricht dem Winkel einer Quarzdihexaëderpolkante zur Combinationskante des Dihexaëders mit darunter liegendem Prisma.

Ein Zwilling nach dem hypothethischen Gesetze 𝔄 ist in gnomonischer Projection dargestellt in Fig. 10, Taf. III. Gefüllte Ringe bezeichnen die Flächenpunkte des einen, leere Ringe diejenigen des anderen Krystalles. Projectionsebene ist die beiden Individuen gemeinsame Rhomboëderfläche r_2.

Im Bilde decken sich:

die Flächen r_2 von I und r'_2 von II
die Zonen $[b_3\ r_2\ \varrho_1]$ von I und $[b'_2\ r'_2\ o']$ von II
» » $[b_2\ r_2\ o\ ]$ « I » $[b'_1\ r'_2\ \varrho'_3]$ » II.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung der Partikel I und II hätten wir uns vorzustellen als: Anheften durch Einrichten der Normalen von r_2 (dann ist noch eine Drehung um die Axe $\perp r_2$ möglich) und Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen je einer Basiszone mit je einer Trapezoëderzone. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall beträgt 109° 29′. Dieser Winkel ist supplementär zu dem Winkel einer Quarzdihexaëderpolkante zur Combinationskante des Dihexaëders mit dem darunter liegenden Prisma.

Die beiden Gesetze A und 𝔄 stehen sich sehr nahe. Wenn wir nur die hier gegebene genetische Bezeichnung des einen und des anderen Gesetzes berücksichtigen, scheint es überhaupt nicht tunlich, die beiden Gesetze zu trennen. Bei beiden lautet sie:

Hauptbinder: r.
Bindezonen: je eine Basiszone $b\,r\,o$ und je eine Trapezoëderzone $b\,r\,\varrho$.

So könnte man zunächst glauben, daß die beiden Figuren 9 und 10 nur zwei verschiedene Verwachsungsarten zweier Individuen nach ein und demselben Gesetze darstellen würden. So habe ich die Sachlage früher selbst auch aufgefaßt. In einer vor einigen Jahren erschienenen Notiz über Quarzzwillinge[1]) wurden die beiden Gesetze noch nicht getrennt. Ich erwähnte damals für die beiden Gesetze ein einziges Gesetz. Es würde in der dort gegebenen Fassung dem hier als Gesetz A bezeichneten Gesetze entsprechen. Die Beschreibung lautete:

Deckflächen r_2 und r'_2

Deckzonen $b_1\ r_2\ \varrho_3$ und $b'_2\ r'_2\ o'$.

Heute glaube ich, daß die beiden Gesetze getrennt werden müssen. Für die Trennung sprechen folgende Gründe:

Zunächst bestehen formelle Unterschiede zwischen den beiden Gesetzen. Wir erkennen sie einerseits bei einer genaueren Betrachtung und

1) Verh. schweiz. naturf. Ges. 1910, **1**, 209.

Vergleichung der Figuren 9 und 10, andererseits aus der Gegenüberstellung der nach jeder der beiden Verwachsungsarten auftretenden Differenzen zwischen den in den Deckzonen liegenden Flächennormalen.

Die Figuren 9 und 10 stimmen wohl darin überein, daß nach jedem der in den Figuren dargestellten Gesetze, A und 𝔄, die Rhomboëderpunkte r_2 sich decken und je eine Basiszone mit je einer Prismenzone zusammenfällt. Sie unterscheiden sich aber dadurch, daß nach Gesetz A außerdem je ein den Deckzonen nicht angehörender Rhomboëderpunkt des einen Individuums fast genau in die nicht in der Deckzone liegende Prismenzone des anderen Individuums fällt, während dies bei Gesetz 𝔄 nicht der Fall ist.

Die Rechnung ergibt, daß die Winkeldifferenzen der in den Deckzonen liegenden Flächennormalen des einen und des anderen Individuums verschieden sind nach den beiden Gesetzen. Bei Gesetz A kommen Winkeldifferenzen vor von $28^0 39'$ und $57^0 18'$, bei Gesetz B dagegen solche von $8^0 03'$ und $36^0 42'$.

Mit diesen Unterschieden mehr formeller Natur dürften andere im Zusammenhange stehen, die den inneren Bau der verzwillingten Individuen betreffen. Auf Grund der an Zwillingen nach anderen Gesetzen erlangten Resultate vermute ich, daß der Ausgleich der Partikelkräfte der nach dem einen und nach dem anderen Gesetze verzwillingten Individuen ein verschiedener sein wird. Es ist nach Mitteln und Wegen zu suchen, diese Unterschiede nachzuweisen.

Übersicht.

In Fig. 11 der Taf. III sind:

das hypothetische Gesetz A;
das Sardische Gesetz;
das hypothetische Gesetz 𝔄;
das Reichenstein-Grieserntaler Gesetz

zu einem Sammelbilde vereinigt.

Das Bild enthält die gnomonischen Projectionen von 5 Krystallen. Von jedem Krystall sind zur Darstellung gelangt 3 Prismenflächen (b_1, b_2, b_3), 4 Rhomboëderflächen (ϱ_1, r_2, ϱ_3, $\underline{\varrho}_2$), eine Fläche des Rhomboëders $\pm \frac{1}{2} R$, (p_2), und eine Basisfläche (o). Die Flächenpunkte der einzelnen Krystalle sind unterschieden durch gefüllte, dreiviertelgefüllte, halbgefüllte, einviertelgefüllte, und leere Ringe. Projectionsebene ist die in allen Individuen parallele Prismenfläche r_2.

Von den 6 Krystallbildern ist eins (das durch gefüllte Ringe ausgezeichnete) als feststehend gedacht. Die anderen sind um die gemeinsame, auf der Projectionsebene senkrecht stehende Axe r_2 um einen bestimmten Betrag gedreht. Die Drehung ist für jeden Krystall soweit durchgeführt,

daß ihm angehörende Hauptzonen mit solchen des feststehenden ersten sich decken.

Je nach dem Betrage der Drehung decken sich Basiszone und Basiszone, Basiszone und Trapezoëderzone, Trapezoëderzone und Trapezoëderzone. Durch die verschiedenen Arten der Zonendeckung unterscheiden und charakterisieren sich die einzelnen Zwillingsgesetze.

Wenn gleiche Zonen sich decken, handelt es sich um Homozwillinge, wenn ungleiche Zonen sich decken, um Heterozwillinge.

Für die vier Gesetze erhalten wir folgende Übersicht:

Dreh-axe	Dreh-winkel	Einschnappen	Klasse	Name des Gesetzes	Autor
r_2	70° 21′	$[b_1 r_2 \varrho_3]$ mit $[b_2 r_2 o]$ $[b_2 r_2 o]$ » $[b_3 r_2 \varrho_1]$	Heterozwilling	A	F. Zyndel
r_2	86° 04′	$[b_3 \varrho_3 o]$ mit $[b_1 \varrho_4 o]$ $[r_2 \pi_3 r_4]$ » $[r_2 \pi_1 r_6]$	Homozwilling	Sardinien Zw.-Ebene: $p, \pi = \pm \frac{1}{2} R$	Q. Sella
r_2	109° 39′	$[b_3 r_2 \varrho_1]$ mit $[b_2 r_2 o]$ $[b_2 r_2 o]$ » $[b_1 r_2 \varrho_3]$	Heterozwilling	𝔄	F. Zyndel
r_2	180°	$[b_2 r_2 o]$ mit $[b_2 r_2 o]$ $[b_1 r_2 \varrho_3]$ » $[b_1 r_2 \varrho_3]$ $[b_3 r_2 \varrho_1]$ » $[b_3 r_2 \varrho_1]$	Homozwilling	Reichenstein-Grieserntal	G. Rose V. Goldschmidt

III. Quarzzwillinge mit Deckung von b_2 mit r_2'.

1. Das Zinnwalder Gesetz Jenzsch's.

G. Jenzsch[1]) definierte das Zwickauer Gesetz folgendermaßen:

»Ebene der Hauptaxen parallel einer Fläche des hexagonalen Prismas *a* und je zwei Dihexaëderflächen des einen mit zwei Flächen des hexagonalen Prismas *b* des anderen parallel.«

Jenzsch's Zinnwalder Gesetz geriet, ähnlich wie das Zwickauer Gesetz desselben Autors, bald in Vergessenheit. C. Hintze führt es wieder auf in seinem Handbuche der Mineralogie, Bd. **1**, S. 1335, ist aber der Ansicht, »daß es nur in der von Jenzsch gewählten Ausdrucksweise einen Schein von Existenzmöglichkeit besitze, im übrigen jeglicher Krystallonomie entbehre«.

Ähnlicher Meinung wie Hintze war früher auch V. Goldschmidt[2]). Neuere Studien führten ihn zu einer anderen Ansicht. In seiner Publikation

1) Pogg. Ann. 1867, **130**, 597; 1868, **134**, 540.

2) Tscherm. Mitt. 1905, N. F. **24**, 181.

»Über Quarz«[1]) schreibt er über das Zinnwalder Gesetz: »Ich halte auch dieses für in sich wahrscheinlich und erwarte dessen Bestätigung durch erneuten Nachweis.«

Ich bin nun in der Lage, diesen Nachweis liefern zu können. Ich kenne heute fünf Vertreter des Gesetzes. Einen Zwilling nach dem Zinnwalder Gesetze fand ich anläßlich geologischer Aufnahmen in Schams (Graubünden) in den Halden des alten Silberbergwerkes auf Alp Taspin. Zwei weitere Zinnwalder Zwillinge stammen aus der Viamala bzw. aus dem Schyn (Kanton Graubünden). Einen vierten Vertreter des Gesetzes konnte ich entdecken an einer Quarzgruppe von Disentis, die mir Herr Dr. Engelmann in Basel zur Untersuchung anvertraut hat; ein fünfter, unbekannten Vorkommens, liegt in der Sammlung des Basler Gymnasiums.

Von diesen 5 Zwillingen nach dem Zinnwalder Gesetz will ich hier den Engelmann'schen genauer beschreiben.

Die Gruppe ist in Parallelprojection dargestellt in Fig. 9, Taf. I.

Ein 7 cm langer, $3\frac{1}{2}$ cm dicker Quarzkrystall trägt eine Anzahl kleinerer Individuen, die teils regelmäßig, teils unregelmäßig mit ihm verwachsen sind. Von diesen kleinen Krystallen ist in der Figur nur einer dargestellt. Er ist hier als II bezeichnet.

Individuum II ist 1,5 mm lang, 1,5 mm breit, 0,5 mm dick. Davon sind ausgebildet die gewöhnlichen Prismenflächen und Rhomboëderflächen und außerdem eine Rhombenfläche $s = 2P2$. Bei genauer Betrachtung zeigt sich, daß die große Rhomboëderfläche r_2' von II parallel liegt zu b_2 von I und gleichzeitig b_2' von II parallel r_2 von I. Die goniometrische Messung ergab, daß dieses Zusammenfallen nicht nur angenähert, sondern vollständig genau ist. Damit war festgelegt, daß die Verwachsung von II mit I als Zwilling nach Jenzsch's Zinnwalder Gesetz zu deuten sei.

Ähnlich wie bei dem Engelmann'schen Krystall sind auch bei den anderen oben erwähnten die für das Gesetz charakteristischen Regelmäßigkeiten einwandfrei vorhanden. Jenzsch's Zinnwalder Gesetz darf deshalb als gesichert gelten.

Eine Übersicht über die Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung eines Zwillings nach dem Zinnwalder Gesetze gibt Fig. 12, Taf. III. Sie stellt den Zwilling in gnomonischer Projection dar. Projectionsebene ist die Prismenfläche b_2 des einen Individuums und damit gleichzeitig die Rhomboëderfläche des anderen Individuums.

Im Bilde decken sich:

die Flächen: b_2 von I und r_2' von II
r_2 » I » b_2' » II
die Zonen: $[b_2 r_2 o]$ von I und $[b_2' r_2' o']$ von II.

[1]) Diese Zeitschr. 1908, **44**, 407.

Von Bedeutung ist weiterhin, daß 2 Rhomboëderflächen von II, die nicht in der Deckzone $b'_2 r'_2 o'$ liegen, in Trapezoëderzonen von I, und umgekehrt 2 Rhomboëderflächen von I, die ihrerseits nicht in der Deckzone $b_2 r_2 o$ liegen, fast genau in Trapezoëderzonen von II fallen.

Das gnomonische Bild gibt uns auch Aufschluß über die Zugehörigkeit des Zwillings zur Klasse der Homozwillinge oder der Heterozwillinge.

Wie man sieht, deckt sich eine Basiszone des einen mit einer Basiszone des anderen Individuums. Es decken sich also gleichartige Zonen. Auf den ersten Blick scheint es sich deshalb um einen Homozwilling zu handeln. Wenn wir aber sehen, daß innerhalb der Deckzone Rhomboëderflächen des einen mit Prismenflächen des anderen Individuums sich decken, daß also ungleichartige Flächen parallel sind, können wir den Zwilling nicht mehr als Homozwilling betrachten. Wir müssen ihn zur Klasse der **Heterozwillinge** zählen. Als solchen hat ihn auch Goldschmidt in einer Tabelle der Quarzzwillinge aufgeführt.

Aus dem gnomonischen Bild lassen sich die folgenden genetischen Bezeichnungen des Gesetzes ablesen:

Deutung A.
Hauptbinder: b_2, r_2
Bindezonen: je eine Basiszone $b_2 r_2 o$.

Nach dieser Deutung können wir uns die Verknüpfung von Partikel I mit Partikel II folgendermaßen vorstellen:

Das erste Anhaften erfolgt so, daß eine Rhomboëderaxe r_2 von II mit einer Prismenaxe b_2 von I sich parallel stellt. Dann ist noch eine Drehung um diese gemeinsame Axe b_2 von I bzw. r_2 von II möglich. Festhalten in Zwillingsstellung erfolgt dadurch, daß die Basiszone $b_2 r_2 o$ von II mit der Basiszone $b_2 r_2 o$ von I sich einrichtet.

Deutung B.
Hauptbinder: die Basiszone $b_2 r_2 o$
Binder: b_2, r_2.

Nach dieser Deutung können wir uns die Verknüpfung der Partikel I mit Partikel II folgendermaßen vorstellen:

Das erste Anhaften erfolgt so, daß die Basiszone $b_2 r_2 o$ von II mit der Basiszone $b_2 r_2 o$ von I sich parallel stellt. Dann ist noch eine Drehung möglich um die Axe dieser Zone, um $a_1 a_4$. Festhalten in Zwillingsstellung erfolgt dadurch, daß r_2 von II mit b_2 von I, b_2 von II mit r_2 von I sich einrichtet.

Die Deutung B ist auch von Goldschmidt gegeben worden.

Mit Hilfe der genetischen Deutung B läßt sich das Zinnwalder Gesetz in enge Beziehung bringen zum Reichenstein-Griesern-taler Gesetz und zum Sardischen Gesetz. Für alle drei Gesetze können wir annehmen, daß das erste Anhaften der Embryonalpartikel erfolgt durch Parallelstellen einer Zone bro je eines der zum Zwilling sich orientierenden Individuen und Festhalten durch Einschnappen von Prismenflächen und Rhomboëderflächen und der von ihnen gebildeten Zonen. Je nach der Größe der Drehung um die Axe der Deckzone bro kommen ganz

bestimmte und für eines der drei Gesetze charakteristische Deckungsverhältnisse zustande.

In die unten folgende Tabelle ist mit den genannten drei Gesetzen: Zinnwalder Gesetz, Sardisches Gesetz, Reichenstein-Grieserntaler Gesetz noch ein viertes Gesetz aufgenommen worden. Es ist einstweilen hypothetisch. Eine gewisse innere Wahrscheinlichkeit muß ihm aber doch zugeschrieben werden. Sie beruht darin, daß, nachdem einmal ein erstes Anhaften durch Parallelstellen der Zonen *bro* erfolgt ist, es auch solchen Zonen gelingen wird, Festhalten in Zwillingsstellung auszuüben, die nicht über Flächen *b*, *r* oder *ϱ* verlaufen. Hier müßte es sich um die Basiszone des Prismas zweiter Stellung, nämlich um die Zone *a*, *s*, *o* $[\bar{1}2\bar{1}0, \bar{1}2\bar{1}1, 0001]$, $[10\bar{1}, 4\bar{2}1, 111]$ und um die Prismenzone $b_6 a_1 b_1$ $[\bar{1}100, \bar{1}2\bar{1}0, 01\bar{1}0]$, $[2\bar{1}\bar{1}, 10\bar{1}, \bar{1}2\bar{1}]$ handeln. Die Drehung gegenüber der Fixierung zum einfachen Krystall beträgt 90°. Das Gesetz wäre ein Pendant zu den rechtwinkligen Durchkreuzungen C. Friedels. Es möge vorläufig als Gesetz R bezeichnet werden.

Tabellarisch lassen sich die vier Gesetze nun folgendermaßen gruppieren:

Dreh-axe	Dreh-winkel	Einschnappen	Gruppe	Name des Gesetzes	Autor
bro	38° 13′	b_2 mit r'_2 r_2 » b_2	Heterozwilling	Zinnwald	G. Jenzsch
bro	64° 50′	p_2 mit π_5 ϱ_1 » r_6 ϱ_3 » r_4	Homozwilling Zw.-Eb. = $\frac{1}{2}R$	Sardinien	Q. Sella
bro	76° 26′	r_2 mit r_2 $[b_1 r_2 \varrho]$ » $[b_1 r_2 \varrho_3]$ $[b_3 r_2 \varrho_1]$ » $[b_3 r_2 \varrho_1]$	Homozwilling Zw.-Eb. = R	Reichenstein-Grieserntal	G. Rose V. Goldschmidt
bro	90°	$[b_1 a_1 b_6]$ mit $[a_1 s_1 o]$ $[a_1 s_1 o]$ » $[b_6 a_1 b_1]$	Heterozwilling	R	F. Zyndel

2. Das Lötschentaler Gesetz und das Gesetz L.

Ein Zwilling nach dem Lötschentaler Gesetz ist in Parallelprojection abgebildet in Fig. 10, Taf. II. Er gehört dem Solothurner Museum.

Zwei ungleich große Individuen I und II sind miteinander verwachsen. Individuum I ist 7 cm lang, $4\frac{1}{2}$ cm breit, 4 cm dick. Nur das eine Ende

besitzt Rhomboëderflächen. Die Trapezoëderfläche oben rechts auf b_2 wurde als $(4\bar{1}2)$ bestimmt.

Individuum II ist 4 mm lang, 2 mm breit, 1 mm dick. Davon sind ausgebildet 4 Prismenflächen, 4 Rhomboëderflächen, eine Trapezoëderfläche und eine ganz schmale Rhombenfläche $s = 2P2$.

Die Messung ergab folgende Regelmäßigkeiten in der Art der Verwachsung der beiden Individuen:

Es sind parallel die Flächen b_2 von I und r'_2 von II
die Zonen $[b_2\ \varrho_1\ r_6]$ von I und $[b'_2\ r'_2\ o']$ von II

Damit war festgelegt, daß zwillingsmäßige Verwachsung vorliege. Da ungleiche Flächen und ungleiche Zonen sich decken, ist der Zwilling als **Heterozwilling** zu bezeichnen. Nach dem Fundorte Lötschental des hier beschriebenen Zwillings hat das Gesetz seinen Namen erhalten.

Der Krystall aus dem Lötschental ist nicht der einzige Vertreter des Gesetzes geblieben.

Nach dem Lötschentaler Gesetze sind verbunden die Individuen IV und V der in Fig. 4, Taf. I, abgebildeten und auf S. 21—22 dieser Arbeit schon kurz beschriebenen Gruppe von Disentis. Es sind, wie dort bereits erwähnt worden ist, parallel die Flächen b_2 von IV und r_2 von V, die Zonen $[\varrho_3\ b_2]$ von IV und $[b_2\ r_2]$ von V.

Drei weitere, in meinem Besitze befindliche Zwillinge nach dem Lötschentaler Gesetze stammen von Seedorf (Kanton Uri). Bei zwei von diesen Zwillingen ist das Größenverhältnis und die Ausbildung der verzwillingten Individuen ähnlich wie bei der hier beschriebenen Gruppe aus dem Lötschental. Nur ist die Abplattung von II nach der Rhomboëderfläche, mit der die Prismenfläche II b_2 von I parallel liegt, viel ausgeprägter als beim Lötschentaler Krystall. Beim dritten Zwilling von Seedorf ist der Größenunterschied der Individuen nicht so groß; damit mag im Zusammenhange stehen, daß das kleinere Individuum nicht abgeplattet ist.

Einen Einblick in die genaueren Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung eines Zwillings nach dem Lötschentaler Gesetz gibt die gnomonische Projection Fig. 13. In dieser Figur sind die Flächenpunkte des einen Individuums durch gefüllte, diejenigen des anderen durch leere Ringe ausgezeichnet.

Im Bilde decken sich:

die Flächen b_2 von I und r'_2 von II
die Zonen $[b_2\ \varrho_1\ r_6]$ von I und $[b'_2\ r'_2\ o']$ von II.

In der Deckzone fallen zusammen eine Trapezoëderzone und eine Basiszone. Sie ist eine Heterodeckzone.

Fast genau decken sich ferner: s_2 von I und b'_2 von II. Die Differenz der Normalenwinkel beträgt nach Rechnung nur 15′.

Im weiteren ist noch erwähnenswert, weil genetisch wichtig, das fast genaue Hineinfallen der Rhomboëderfläche ϱ'_3 von II in die Trapezoëderzone $[\underline{r_1}, \underline{\varrho_2}, b_3]$ von I.

Ein Zwilling nach dem Gesetze L ist in Parallelprojection abgebildet in Fig. 11, Taf. II. Er stammt von Seedorf (Kanton Uri). Zwei ungleich große Individuen sind miteinander regelmäßig verwachsen.

Individuum I ist 9 mm lang, 3 mm breit, $2\frac{1}{2}$ mm dick. In der Figur ist nur der obere Teil des Krystalles dargestellt. Am Ende der gezeichneten Hälfte des Krystalles sind sechs Rhomboëderflächen vorhanden. Sie sind abwechselnd groß und klein. Der Krystall zeigt deutlich rhomboëdrischen Charakter.

Individuum II ist $\frac{1}{2}$ mm lang und $\frac{1}{4}$ mm dick. Nach der Prismenfläche b_2 ist es etwas abgeplattet.

Die Messung ergab folgende Regelmäßigkeiten in der Art der Verwachsung der beiden Individuen:

Es sind parallel: die Flächen r_2 von I und b'_2 von II.
die Zonen $[b_3 r_2 \varrho_1]$ von I und $[b'_2 r'_2 o']$ von II.

Damit ist festgelegt, daß die Verwachsung als Zwilling zu bezeichnen sei. Da ungleiche Flächen und ungleiche Zonen sich decken, ist der Zwilling ein **Heterozwilling.**

Das gnomonische Bild Fig. 14, Taf. III, gibt einen Überblick über die Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung des Zwillings. In dieser Figur sind die Flächenpunkte des einen Individuums durch gefüllte, diejenigen des anderen durch leere Ringe ausgezeichnet. Projectionsebene ist die Rhomboëderfläche r_2 des großen und damit gleichzeitig die Prismenfläche b_2 des kleinen Individuums.

Im Bilde decken sich:

die Flächen: r_2 von I und b'_2 von II,
die Zonen: $[b_3 r_2 \varrho_1]$ von I und $[b'_2 r'_2 o']$ von II.

Die Deckzonen sind Heterodeckzonen.

Die genetische Bezeichnung ist folgende:

Hauptbinder: r_2, b'_2.
Bindezonen: $[b_3 r_2 \varrho_1]$ und $[b'_2 r'_2 o']$.

Den Vorgang der Verknüpfung von Partikel I und II können wir beschreiben als: Anhaften durch Parallelstellen der Axe b'_2 mit der Axe r_2, Drehung um deren gemeinsame Axe, Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zone $[b'_2 r'_2 o']$ mit der Zone $[b_3 r_2 \varrho_1]$.

Die genetische Bezeichnung des Lötschentaler Gesetzes ist analog der genetischen Deutung A des Zinnwalder Gesetzes. Während aber bei dem letzteren gleichartige Zonen sich einrichten, kommen beim Lötschentaler Gesetze ungleiche Zonen zur Deckung. Individuum II eines Lötschentaler Zwillings ist gegenüber Individuum II eines Zinnwalder Zwillings um 47° 43′ gedreht.

Das Lötschentaler Gesetz und das Gesetz L stehen sich sehr nahe. In beiden Fällen haben wir die gleichen Hauptbinder b, r und die gleichen Deckzonen, eine Basiszone mit einer Trapezoëderzone. So hat es zunächst den Anschein, daß es sich in den beiden Fällen nur um verschiedene Verwachsungsarten ein und desselben Gesetzes handle. Eine genaue Untersuchung lehrt aber, daß es wahrscheinlich nötig sein wird, die beiden Fälle getrennt zu halten. Wir stehen hier vor einer ähnlichen Frage, wie bei der Untersuchung der schon besprochenen Gesetze A und 𝔄 der vorigen Gruppe.

Schon die Betrachtung der gnomonischen Bilder Fig. 13 und Fig. 14 lehrt, daß die beiden Fälle nicht genau dieselben Verhältnisse aufweisen hinsichtlich Flächen- und Zonendeckung. In den Hauptzügen: Deckung einer Rhomboëderfläche mit einer Prismenfläche und Zusammenfallen einer Basiszone mit einer Trapezoëderzone stimmen sie allerdings überein. In untergeordneten Zügen unterscheiden sie sich ganz bedeutend. So ist es nicht möglich, dem fast genauen Zusammenfallen einer s-Fläche mit einer Prismenfläche b, wie wir es beim Lötschentaler Gesetze erwähnt haben, etwas Analoges beim Gesetze L an die Seite zu stellen. Im weiteren fehlt bei Gesetz L jenes fast genaue Hineinfallen einer Rhomboëderfläche eines Individuums in eine Trapezoëderzone des anderen Individuums, so wie wir es beim Lötschentaler Gesetze gefunden haben. Auch die Rechnung liefert Anhaltspunkte für eine Trennung der beiden Fälle. Wir finden, daß die Winkeldifferenzen der in den Deckzonen liegenden Flächennormalen verschieden sind nach den beiden Gesetzen. Beim Lötschentaler Gesetze kommen Differenzen vor von $28^0 39'$ und $36^0 42'$, beim Gesetz L dagegen solche von $28^0 39'$ und $8^0 03'$. Dabei sind die Differenzen genommen für je ein in der Deckzone liegendes Paar aufeinander folgenden Flächen des einen oder des anderen Individuums.

Wenn auch diese Differenzen formeller Natur nicht groß sind, so erscheint es doch tunlich, die Gesetze einstweilen auseinanderzuhalten. Studien über den inneren Aufbau der verzwillingten Individuen werden klarlegen, ob es notwendig ist, die Trennung dauernd aufrecht zu erhalten.

3. Das Seedorfer Gesetz I.

In einer Notiz »über regelmäßige Verwachsungen gleichartiger Krystalle« habe ich 1910[1]) die Vermutung ausgesprochen, daß es außer den damals bekannten Zwillingsgesetzen des Quarzes noch drei solcher Gesetze geben müsse. Diese drei hypothetischen Quarz-Zwillingsgesetze wurden damals folgendermaßen beschrieben:

---

1) Verh. Schweiz. naturf. Gesellsch. 1910, **1**, 209.

a) Deckflächen r_2 und r'_2
Deckzonen $b_1 r_2 \varrho_3$ und $b'_2 r'_2 o'$
b) Deckflächen r_2 und b'_2
Deckzonen $b_1 r_2 \varrho_3$ und $b'_1 b'_2 b'_3$
c) Deckflächen r_2 und b'_2
Deckzonen $b_1 b_2 b_3$ und $b'_2 r'_2 o'$.

Gesetz a) ist in der hier vorliegenden Arbeit ausführlicher behandelt worden auf S. 36. Wie dort ausgeführt wurde, ist es notwendig, das Gesetz zu trennen in zwei, einander allerdings sehr nahe stehende Gesetze. Es sind dies die hypothetischen Gesetze A und 𝔄.

Während Gesetz a), bzw. die Gesetze A und 𝔄, bis heute hypothetisch geblieben sind, ist es seit der Veröffentlichung obiger Notiz geglückt, für die beiden anderen Gesetze, b) und c), Belege zu finden.

Ich habe die Gesetze constatieren können an Quarzen von Seedorf (Kanton Uri). Nach diesem Fundorte nenne ich die beiden Gesetze Seedorfer Gesetz I und Seedorfer Gesetz II. Das Seedorfer Gesetz I entspricht dem Gesetze b), das Seedorfer Gesetz II dem Gesetze c) der 1910 noch hypothetischen Zwillingsgesetze. In einem Referate über einen Vortrag habe ich bereits je einen Vertreter dieser beiden Gesetze kurz beschrieben[1]). Hier sollen die beiden Gesetze nun etwas anschaulicher behandelt werden.

Ein Zwilling nach dem Seedorfer Gesetze I ist abgebildet in Fig. 12, Taf. II. Es handelt sich um die gleiche Gruppe, die in Fig. 1 des oben erwähnten Referates abgebildet worden ist.

Ein $5\frac{1}{2}$ mm langes Individuum trägt auf seinen Rhomboëderflächen eine Anzahl kleinerer Individuen. Fünf von diesen kleinen Individuen sind mit dem großen Individuum nach dem Seedorfer Gesetze I verwachsen.

Zwei von den kleinen Individuen liegen auf $\underline{r}_3$, je eines auf r_2, r_4 und r_6 des großen Individuums. Von den zwei auf $\underline{r}_3$ liegenden Individuen ist das eine, in der oben erwähnten Figur des Referates abgebildet als Individuum B. Bei der dort gewählten Aufstellung des großen Individuums hat $\underline{r}_3$ das Symbol r_2 erhalten.

In der hier gegebenen Fig. 12 ist von den kleinen Individuen das auf r_2 des großen Krystalles liegende abgebildet. Es ist mit II bezeichnet. Es ist äußerst zierlich gebaut. Seine Länge beträgt etwa $\frac{1}{3}$ mm.

In der Art der Verwachsung lassen sich goniometrisch die folgenden Regelmäßigkeiten nachweisen:

Es sind parallel: die Flächen r_2 von I und b'_2 von II.
die Zonen $[b_1 r_2 \varrho_3]$ von I und $[b'_1 b'_2 b'_3]$ von II.

1) Verh. Schweiz. naturf. Gesellsch. 1910, **1**, 912.

Eine Übersicht über diese Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung gibt auch Fig. 15, Taf. III. Sie stellt den Zwilling in gnomonischer Projection dar. Projectionsebene ist r_2 von I oder b'_2 von II.

Genetisch läßt sich das Gesetz folgendermaßen beschreiben:

Hauptbinder: r_2, b'_2.
Bindezonen: $[b_1 r_2 \varrho_3]$ und $[b'_1 b'_2 b'_3]$.

Den Vorgang zur Verknüpfung der Partikel II mit Partikel I können wir uns vorstellen als: Anhaften durch Einrichten von b'_2 mit r_2, Drehung um diese gemeinsame Axe, Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Prismenzone $[b'_1 b'_2 b'_3]$ mit der Trapezoëderzone $[b_1 r_2 \varrho_3]$.

4. Das Seedorfer Gesetz II.

Ein Zwilling nach dem Seedorfer Gesetz II ist in Parallelprojection abgebildet in Fig. 13, Taf. II. Zwei ungleich große Individuen sind miteinander verwachsen.

Individuum I ist $7\frac{1}{2}$ mm lang, $2\frac{1}{2}$ mm breit, 2 mm dick. In der Figur ist nur seine obere Hälfte dargestellt. Hier besitzt es sechs Rhomboëderflächen. Auf vier dieser Rhomboëderflächen trägt es kleinere Individuen. Eines von diesen ist mit I zwillingsmäßig verwachsen. Dieses ist in der Figur abgebildet worden.

Individuum II ist nur $\frac{1}{2}$ mm lang und $\frac{1}{4}$ mm breit. Nach der Prismenfläche b_2 ist es etwas abgeplattet.

In der Verwachsung der beiden Individuen lassen sich die folgenden Regelmäßigkeiten erkennen:

Es sind parallel: die Flächen r_2 von I und b'_2 von II.
die Zonen $[b_2 r_2 o]$ von I und $[b'_1 b'_2 b'_3]$ von II.

Weitere interessante Einzelheiten über die Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung eines Zwillings nach dem Seedorfer Gesetze II lassen sich aus dem gnomonischen Bilde Fig. 16, Taf. III, herauslesen, in der die Rhomboëderfläche r_2 von I und damit gleichzeitig b'_2 von II als Projectionsebene gewählt ist.

Zunächst ersehen wir auch aus dem gnomonischen Bilde den Parallelismus der Flächen r_2 von I und b'_2 von II und das Zusammenfallen der Zonen $b_2 r_2 o$ von I und $b'_1 b'_2 b'_3$ von II. Im weiteren constatieren wir, daß die zwei Rhomboëderpunkte ϱ'_1 und $\underline{r'_1}$ von II fast genau in die Trapezoëderzonen $[b_1 \underline{\varrho_2}]$ bzw. $[b_3 \underline{\varrho_2}]$ von II fallen. Umgekehrt liegen auch 2 Rhomboëderpunkte von I, nämlich ϱ_1 und ϱ_3, in der Nähe der Trapezoëderzonen $[b'_1 r'_2]$ bzw. $[b'_1 \varrho'_2]$ von II. Unter Umständen mag auch noch von Bedeutung sein, daß die Rhombenflächen s_2 und s_3 von I fast genau auf den Zonenlinien $[s'_2 s'_3]$ bzw. $[\underline{s'_2}\, s'_3]$ von II liegen. Alle diese untergeordneten Verhältnisse der Flächen- und Zonendeckung können die Bindung der verzwillingten Individuen festigen.

Die genetische Bezeichnung des Gesetzes kann folgendermaßen geschehen:

Hauptbinder: r_2, b'_2.
Bindezonen: $[r_2 b_2 o]$ und $[b'_1 b'_2 b'_2]$.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung von Partikel II mit Partikel I können wir uns vorstellen als: Anhaften durch Einrichten von b'_2 mit r_2, Drehung um diese gemeinsame Axe, Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zone $[b'_1 b'_2 b'_3]$ mit $[b_2 r_2 o]$.

5. Das Disentiser Gesetz.

Eine Verwachsung zweier Quarzkrystalle nach diesem Gesetze ist in Parallelprojection dargestellt in Fig. 14, Taf. II. Es handelt sich um die nämliche Quarzgruppe von Disentis, die schon im Abschnitt über das Zinnwalder Gesetz beschrieben wurde. Ein großes Individuum I trägt, wie dort erwähnt, auf seinen Prismen und Rhomboëderflächen eine große Zahl kleinerer Individuen. Eines von diesen, das der Prismenfläche b_2 aufliegt, ist mit I in Zwillingsstellung nach dem Zinnwalder Gesetze und bereits beschrieben worden. Ein zweites liegt auf der Rhomboëderfläche ϱ_3 des großen Individuums. Um dieses, in der Figur mit II bezeichnete Kryställchen handelt es sich hier. Die Gruppe ist im Bilde projiciert auf ϱ_3 von I.

Individuum II ist $1\frac{1}{2}$ mm lang, $\frac{3}{4}$ mm breit, $\frac{1}{4}$ mm dick. An Flächen sind vorhanden: drei Prismenflächen, drei Rhomboëderflächen und eine Rhombenfläche. Die Prismenflächen zeigen Streifung. Sie ist in der Figur angedeutet. Die Messung ergab, daß Individuum II mit der Prismenfläche b'_2 parallel liegt zur Rhomboëderfläche ϱ_3 von I. Im weiteren zeigte sie, daß die Trapezoëderzone $b'_2 s'_2 \varrho'_1$ von I zusammenfällt mit der Trapezoëderzone $b_4 \varrho_3 r_2$ von I. Damit war erwiesen, daß die Verwachsung als eine zwillingsmäßige zu bezeichnen sei. Wie man sieht, kommen gleichartige Zonen, aber ungleichartige Flächen zur Deckung. Das Gesetz gehört deshalb zur Klasse der Heterozwillinge. Nach dem Vorkommen nenne ich es Disentiser Gesetz.

Fig. 17, Taf. III, stellt einen Zwilling nach dem Disentiser Gesetze in gnomonischer Projection dar. Gefüllte Ringe bezeichnen die Flächenpunkte des einen, leere Ringe diejenigen des anderen Individuums. Das durch die gefüllten Ringe bezeichnete hat dieselbe Lage wie Krystall I in Fig. 14, Taf. II, das durch leere Ringe bezeichnete diejenige von Krystall II der gleichen Figur. Die Flächennumerierung ist aber nicht dieselbe wie in Fig. 14, Taf. II. Gegenüber dieser ist die gnomonische Projection um 60° gedreht. Das geschah, um Übereinstimmung mit allen anderen gnomonischen Figuren zu erhalten, wo überall der Sextant 2 als nach vorn schauend gedacht ist.

Im gnomonischen Bilde decken sich:

die Flächen r_2 von I und b'_2 von II
b_3 » I » r'_3 » II
die Zonen $[b_3 r_2 \varrho_1]$ von I und $[r'_3 b'_2 \varrho'_1]$ von II.

Die genetische Bezeichnung läßt sich folgendermaßen aussprechen:

Hauptbinder: r_2, b'_2

Bindezonen: $[b_3 r_2 \varrho_1]$ und $[\underline{r}'_3 b'_2 \varrho'_1]$.

Den genetischen Vorgang zur Verknüpfung von Partikel II mit Partikel I können wir uns vorstellen als: Anhaften durch Einrichten der Normalen von b'_2 mit r_2, Drehung um diese gemeinsame Axe, Fixieren in Zwillingsstellung durch Einschnappen der Zone $[r'_3 b'_2 \varrho'_1]$ mit der Zone $[b_3 r_2 \varrho_1]$.

Übersicht.

In der Fig. 18, Taf. III, sind

das Zinnwalder Gesetz,
das Seedorfer Gesetz I,
das Disentiser Gesetz,
das Lötschentaler Gesetz,
das Gesetz L,
das Seedorfer Gesetz II.

zu einem Sammelbilde vereinigt.

Das Bild enthält die gnomonischen Projectionen von 7 Krystallen. Die Flächenpunkte der einzelnen Krystalle sind dargestellt durch gefüllte, dreiviertelgefüllte, halbgefüllte, viertelgefüllte Ringe, durch Ringe mit einem Durchmesserkreuz, Ringe mit einem Durchmesser und durch leere Ringe. Von dem durch gefüllte Ringe markierten Krystalle sind zur Darstellung gelangt 3 Prismenflächen (b_1, b_2, b_3) und 6 Rhomboëderflächen (r_1, ϱ_2, r_3, $\underline{r}_1$, $\underline{\varrho}_2$, $\underline{r}_3$). Von allen 6 übrigen Krystallen sind markiert 3 Prismenflächen (b_1, b_2, b_3) und 4 Rhomboëderflächen ($\underline{r}_1$, $\underline{\varrho}_2$, $\underline{r}_3$, r_2).

Der durch gefüllte Ringe markierte Krystall ist feststehend gedacht. Die Prismenfläche b_2 dieses Krystalles ist Projectionsebene. Die 6 übrigen Krystalle sind mit dem ersten so verbunden, daß ihre Rhomboëdernormale $\underline{\varrho}_2$ parallel ist zur Prismennormalen b_2 des ersten Krystalles.

Der durch leere Ringe markierte Krystall ist mit dem ersten so verbunden, daß seine Basiszone der Richtung nach übereinstimmt mit derjenigen von I. Er ist also mit diesem in Verbindung nach dem Zinnwalder Gesetze. Von dieser Grund- oder Nullstellung aus sind die noch bleibenden 5 übrigen Krystalle jeder um einen bestimmten Winkel gedreht um die Axe $\underline{\varrho}_2$. Die Drehung ist für jeden der 5 Krystalle so weit durchgeführt, daß eine seiner Zonen mit einer Zone des als feststehend gedachten ersten, durch gefüllte Ringe markierten Krystalles zur Deckung gelangt. Je nach der Drehung kommen zur Deckung Basiszonen und Prismenzonen, Basiszonen und Trapezoëderzonen, Prismenzonen und Trapezoëderzonen, Trapezoëderzonen und Trapezoëderzonen. Durch die verschiedenen Arten der Zonen- und Flächendeckung unterscheiden sich die einzelnen Zwillingsgesetze. Alle gehören zur Gruppe der Heterozwillinge.

Die 6 Gesetze lassen sich an Hand unserer Figur in folgender Art tabellarisch zusammenstellen:

Dreh-axe	Dreh-winkel	Einschnappen	Klasse	Name des Gesetzes	Autor
b_2 bzw. r_2	0°	$[b_2 r_2 o]$ mit $[\underline{o}\, \underline{\varrho_2}\, b_2]$	Heterozwilling	Zinnwald	G. Jenzsch
b_2 bzw. r_2	19° 39′	$[b_1 b_2 b_3]$ mit $[b_1\, \underline{\varrho_2}\, \underline{r_3}]$	Heterozwilling	Seedorf I	F. Zyndel
b_2 bzw. r_2	22° 38′	$[\underline{r_1}\, b_2 \varrho_3]$ mit $[\underline{r_1}\, \underline{\varrho_2}\, b_3]$	Heterozwilling	Disentis	F. Zyndel
b_2 bzw. r_2	47° 43′	$[\underline{r_3}\, b_2 \varrho_1]$ mit $[\underline{o}\, \underline{\varrho_2}\, b_2]$	Heterozwilling	Lötschental	F. Zyndel
b_2 bzw. r_2	70° 21′	$[b_2 r_2 o)$ mit $[\underline{r_1}\, \underline{\varrho_2}\, b_3]$	Heterozwilling	L	F. Zyndel
b_2 bzw. r_2	90°	$[b_1 b_2 b_3]$ mit $[\underline{o}\, \underline{\varrho_2}\, b_2]$	Heterozwilling	Seedorf II	F. Zyndel

Zusammenfassung und Schluß.

Wir gelangen zu folgender

Übersicht der Quarzzwillinge mit nichtparallelen Hauptaxen:

I. Gruppe. Deckung von b_2 mit b_2'.

1. Zwickauer Gesetz,
2. Goldschmidt's Gesetz } Doppelgesetz,
3. Breithaupt's Gesetz } Doppelgesetz,
4. Japaner Gesetz,
5. Rechtwinklige Durchkreuzung.

II. Gruppe. Deckung von r_2 mi r_2'.

6. Hypothetisches Gesetz A,
7. Sardisches Gesetz,
8. Hypothetisches Gesetz 𝔄,
9. Reichenstein-Grieserntaler Gesetz,

III. Gruppe. Deckung von b_2 mit r'_2.

10. Zinnwalder Gesetz,
11. Seedorfer Gesetz I,
12. Disentiser Gesetz,
13. Lötschentaler Gesetz,
14. Gesetz L,
15. Seedorfer Gesetz II.

IV. Gruppe. Deckung von Zonen mit Flächen b, r, ϱ mit Zonen ohne diese Flächen.

16. Hypothetisches Gesetz R.

Von diesen 16 Zwillingsgesetzen waren 8 erkannt und nachgewiesen worden, bevor diese Untersuchung ausgeführt wurde (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10).

Im Laufe dieser Untersuchungen sind neu nachgewiesen worden 5 Gesetze (11, 12, 13, 14, 15).

Diesen bis jetzt nachgewiesenen Gesetzen ist gemeinsam, daß die Flächen b, r, ϱ und von ihnen gebildete Zonen sich decken.

Auf Grund dieser Erfahrungstatsache gelangen wir auf geometrischem Wege zur Annahme, daß außer den bereits nachgewiesenen 13 Zwillingsgesetzen noch 2 Gesetze existeren werden vom gleichen Charakter, wieder mit Deckung von Flächen b, r, ϱ und von ihnen gebildeten Zonen. Das sind die 2 hypothetischen Gesetze A und 𝔄 (6, 8).

Diesen 15 Zwillingsgesetzen, alle charakterisiert durch Deckung von Flächen b, r, ϱ und von ihnen gebildeten Zonen, lassen sich wahrscheinlich auch noch solche von anderem Charakter beifügen.

In erster Linie wäre nach Gesetzen zu suchen, bei denen mit aus Flächen b, r, ϱ gebildeten Zonen andere Zonen sich decken, in denen keine von diesen Flächen liegen. Ein solches Gesetz wurde bereits hier als wahrscheinlich bezeichnet. Es ist das hypothetische Gesetz R (16). Ein anderes hierher gehöriges Gesetz liegt vielleicht dem von E. Kaiser (Centralbl. Min. 1900, 94; Ref. diese Zeitschr. **36**, 319) erwähnten Gesetze zugrunde mit Zwillingsebene — $\frac{3}{4}R$. Hierher wären bei erneutem Studium möglicherweise auch die Zwillinge nach — $\frac{5}{8}R$ zu rechnen, die W. G. Brown (Amer. Journ. of Sc. 1885, **30**, 191; Ref. diese Zeitschr. **12**, 320) beschrieben hat.

Im weiteren wird es interessant sein zu untersuchen, ob am Quarze auch zwillingsmäßige, d. h. zweiaxige Verwachsungen vorkommen von der Art, daß bei ihnen überhaupt keine von Flächen b, r, ϱ gebildeten Zonen und nur andere Zonen sich einrichten. Können solche Fälle tat-

sächlich nachgewiesen werden, so wird die Zahl der am Quarze theoretisch überhaupt denkbaren Verwachsungen mit Zwillingscharakter eine sehr große sein.

Jede zwillingsmäßige Verwachsung von zwei Quarzkrystallen besitzt eine bestimmte Eigenart in den äußeren Erscheinungen der Flächen- und Zonendeckung. Eine wichtige Aufgabe des weiteren Studiums der Quarzzwillinge mit nichtparallelen Hauptaxen wird es nun sein, zu untersuchen, ob und inwieweit jedes nach einem bestimmten Gesetze verzwillingte Paar von Quarzkrystallen auch eine charakteristische innere Eigenart besitzt.

Zur Zeit Forest Reserve (Insel Trinidad), April 1913.

V. Auszüge.

1. D. J. Cisneros (in Madrid): **Der Cölestin von Rebolledo (Alicante)** (Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. **10**, 331. Juli 1910).

Der Cölestin erscheint in Ausfüllungsadern und Trümern von einigen Millimetern bis 4 oder 5 cm Dicke. Er besitzt faserige Structur und etwa das Aussehen des Fasergypses jedoch ohne Seidenglanz. Auf dem Bruche heben sich die Spaltungsrisse mit schwach bläulicher Farbe hervor. Die Cölestinmassen werden von einem gelblichen tonigen Mergel eingeschlossen, welcher leicht verwittert und damit das Mineral bloßlegt; letzteres zerfällt dann infolge seiner faserigen Structur in kleine Stücken. Das Muttergestein gehört zur unteren Kreide und besteht aus sandigen Kalksteinen bis Sandsteinen und Mergeln. Gyps von verschiedener Farbe zum Teil in mächtigen, von fremden Substanzen freien Schichten, begleitet hier den Cölestin.

Ref.: V. Souza-Brandão.

2. A. Bello (in Lissabon): **Portugiesische Mineralien** (Bull. Soc. Portug. Sc. Nat. **4** (2). Sitz. des 21. Dez. 1910, S. 69).

Diese Notiz enthält die seit dem Erscheinen der vorhergehenden (Ausz. diese Zeitschr. **49**, 375) bekannt gewordenen portugiesischen Mineralien und Mineralvorkommen.

Graphit. In schuppigen Massen und Knollen eingewachsen im Kalkstein zu Angonia (Tete, Portugiesisch-Ostafrika). Er ist von vorzüglicher Qualität, demjenigen von Ceylon wohl ebenbürtig.

Schwefel. Zu Dombe (Portugiesisch-Westafrika) in unregelmäßigen oder erdigen Massen, wahrscheinlich aus der Zersetzung von Sulfiden hervorgegangen.

Antimon. Auf den Gruben Ribeiro da Serra bei Gondomar und Sitio do Corgo (Coïmbra), eingesprengt im Antimonglanz.

Gold. In Tete (s. oben), eingesprengt im Quarz, zumal in Blechen von einigen 30—40 g. Auch Quarz mit sichtbarem Gold auf der Grube Valle de Achas bei Gondomar.

Pyrit. Auf der Grube Coval da Mo (Aveiro), zu Fonte do Carvalho (Portalegre) und zu Muendi (Kakanga, Tete). Eingeschlossen im Quarz auf der Grube Terramonte (Sobrado de Paiva). Auf dem Bergwerk Mizarella bei Coïmbra hat man bis vor etwa 10 Jahren Gold aus Pyrit und Quarz gewonnen, wobei der stark veränderliche Austrag 21 g per Tonne erreicht hat. Es gibt auch goldführende Pyrite zu Rio Minde (Tete).

Magnetkies. In den Quarzgängen zu Herdade de Casas do Cunha bei Montemor-o-Novo.

Kupferglanz. Auf der Grube Cova Redonda.

Bleiglanz. Auf der Grube Adorigo am Douro-Flusse (Oktaëder mit Würfel) und auf der Grube Pinheiro bei Penamacor (Ikositetraëder {211} neben vorgenannten beiden Formen). Dann in derben gangartigen Massen von wechselnder Mächtigkeit, zu Irinha Pellada bei Castro Verde (Alemtejo), zu Macedo de Cavalleiros, auf Mizarella und zu Louzã bei Coïmbra, und am Monte da Torre das Figueiras bei Monforte; endlich auf Gängen, begleitet von Kupferkies zu Cabeço de Macieira bei Talhadas (Aveiro) und mit Calcit zu Robins Group in Kakanga (Tete, Afrika).

Blende. Zu Penamacor, mit Pyrit; auf Gängen mit Quarz und Ferberit auf der Grube von Panasqueira; mit Pyrit, Pyromorphit und Baryt auf der Grube Talhadas und auf Quarzgängen zu Meixedo bei Vianna do Castello.

Molybdänglanz. Zu Tocos (Pinhel, Guarda) in bleigrauen, biegsamen Blättchen.

Antimonit. Auf der Grube Cães Sobreiro (Coïmbra) und krystallisiert auf der Grube Valle de Achas (Gondomar).

Kupferkies. Zu Alcaria (Algarve), Villa Velha do Rodam, zum Teil bunt angelaufen; mit Bleiglanz zu Cabeço de Macieira, Almodovar, auf der Grube Queirinha bei Alcacer do Sal, auf der Kupfergrube Bogalho; prächtig irisierend, ähnlich dem peacock copper von Cornwall, zu Robins Group in Kakanga (Tete, Afrika).

Buntkupferkies. Blau angelaufen, auf der Grube San Domingos und mit violblauer Glanzfarbe zu Constança (Tete, Afrika).

Antimonfahlerz. Grube Aljustrel und Ferreira do Alemtejo.

Antimonblende. In haarfeinen kirschroten Nadeln zu Cães Sobreiro (s. oben).

Bleiglätte. Auf Bleiglanz, auf der Grube Braçal bei Aveiro und zu Sarzedas bei Castello Branco.

Schwarzkupfer. Auf der Grube Cova Redonda mit anderen Kupfererzen.

Hämatit. Zu Amial (Agoas Bellas, Ferreira do Zezere), mit braunroter Farbe und zu Quadramil (Bragança) eisenschwarz und in relativ großen Massen.

Antimonblüte. Auf Antimonglanz zu Cães Sobreiro, in der Form eines lebhaft gelben Pulvers.

Quarz. Zu Penafiël in großen wasserhellen Massen; mit bipyramidaler Form zu Boivão bei Valença (Provinz Minho), auf der Grube Rosario zu Alandroal, San Paio de Gouvêa (Estrella-Gebirge); in kleinen sehr vollkommenen in Gyps eingewachsenen Krystallen am Espichel-Vorgebirge unweit Cezimbra und mit Orthoklaskrystallen in den Konglomeraten bei Chaves. Rauchquarz zu Boivão. Die Krystalle vom Gerez sind manchmal sehr groß (bis 40 cm lang) und vollkommen. Krystallisierter roter Eisenkiesel zu Boivão, Sabugal und Gerez. Krystallisierter brauner Eisenkiesel auch hier und auf der Grube Queirinha.

Chalcedon. Traubig, zwischen Castro Roupal und Vinhas (Bragança).

Menilit. Zu Minde (Porto de Moz).

Zinnerz. Meist in Zwillingen, zu Valle de Lixo, Menga Feia (Guarda), Meixedo, Folgosinho, Carvalhal Meão und Villa Nova de Paiva.

Wolframocker. Auf der Grube der Badiosa (Vizeu) und zu Sarzedas (Castello Branco), als hellgelbes Pulver auf Wolfram und Quarz.

Limonit. Zu Ferragudo (Alemtejo) und Guarda, radialfaserige seidenglänzende Massen; erdig zu Valverde (Santarem), auf den Gruben Queiriga und Salgueirinhas (Covilha) und mit Glaskopfstructur zu Ponta de San Lourenço auf Madeira. Pseudomorph nach Pyrit (in Pentagondodekaëdern) in den Schiefern zwischen Villa Viçosa und Alandroal (Alemtejo).

Psilomelan. Traubig, im Granit auf dem Gerez und in der Insel Porto Santo (Madeira).

Flußspat. Als Gemengteil eines Gesteines von Alter-Pedroso (Alemtejo) und eingeschlossen im Riebeckit daselbst.

Magneteisenerz. In Oktaëdern auf der Grube Serra dos Monges und zu San Pedro (Cintra); in Würfeln zu Barbaços (Algarve) und südlich von der Stadt Beja (Alemtejo); derb zu Herdade da Caeira Vermelha (Santa Suzanna) und Cuba, und auf der Grube San Bartholomeu bei Alvito (Alemtejo); atraktorisch und polar, mit glasartigem Glanz im Basalt von Monte Suimo unweit Lissabon.

Kalkspat. Auf Bleiglanz, von der Bleigrube Adorigo (s. oben).

Dolomit. In Rhomboëdern auf der Grube Queirinha, zu Villa Velha do Rodam, Telhadella und Mizarella.

Eisenspat. Krystalline derbe Massen zu Herdade do Outeiro (Alemtejo).

Aragonit. Auf den Madeira-Inseln in Geoden, als durchsichtige, prismatische Zwillingskrystalle mit einspringenden Winkeln zwischen den Prismenflächen; auch Gruppen nadelförmiger Krystalle, traubige und faserige Massen, säulig, zahnförmig, zum Teil gelb gefärbt und mit Seidenglanz. Nadelige Krystalle zu Odemira (Alemtejo).

Cerussit. Grube Queirinha und Bleigrube Braçal bei Aveiro, zum Teil in sehr vollkommenen weißen Kryställchen; auch nadelförmige, matte undurchsichtige (trübe) Krystalle.

Azurit. Von der Grube Moitinho (Casa Branca) und fast jeder Kupfergrube in Alemtejo.

Malachit. Wie Azurit; außerdem in großen nierenförmigen und traubigen Massen und Knollen auf den Kupfergruben von Bembe (Afrika).

Baryt. Krystalle mit $\{001\}$, $\{110\}$, $\{102\}$, $\{011\}$ in Geoden im Kalkstein zu San Lourenço bei Ericeira. Auf der Grube Talhadas mit Kupfer- und Buntkupferkies.

Gyps. Faserig zu Oliveira do Bairro, krystallisiert und blätterig auf der Insel Porto Santo (Madeira).

Wolfram. Zu Cheiros (Guarda), auf den Gruben Matta da Rainha bei Penamacor und Salgueirinhas (Covilhã). In schönen Krystallen mit $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$ zu Sarzedas.

Vivianit. Himmelblau, zu Meixedo.

Hureaulith. In lavendelblauen derben Massen auf der Grube Quartafeira (Sabugal) und zu Folgosinho; in kleinen dunkelviolblauen Körnern zu Meixedo.

Reddingit. Kleine rosenrote denjenigen des Skorodits sehr ähnliche Krystalle zu Meixedo.

Kraurit. Dunkelgrüne kleine Warzen, mit Reddingit und Vivianit, zu Meixedo.

Autunit. Zu Povoa bei Guarda, zusammen mit Torbernit.

Torbernit. Dunkelgrüne Krystalle zu Tocos (Pinhel, Guarda) und Valle d'Arce (Sabugal). Torbernit, Autunit und Carnotit bilden die Uranmineralien des Centrums von Portugal und werden von einer französisch-portugiesischen Gesellschaft intensiv abgebaut (Guarda und Castello Branco).

Phosphorit. Zu Folgosinho (Estrella-Gebirge).

Orthoklas. Bavenoer Zwillinge bis 30 cm lang in der Richtung der c-Axe, Karlsbader und Manebacher Zwillinge bis 12 cm lang auf dem Gerez. Dieser Orthoklas ebenso wie derjenige des Extremo-Gebirges (Kirchspiel Boivão) ist lebhaft rosa und zeigt die Formen $\{001\}$, $\{011\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$. Die Bavenoer und die Manebacher Zwillinge des Cintra-Gebirges erreichen höchstens 5 cm, sind aber sehr vollkommen ausgebildet. Im Dorfe San Pedro trifft man auch auf Bavenoer-Manebacher Vierlinge, das ist zwei Manebacher Zwillinge wieder nach dem Bavenoer Gesetz unter Durchkreuzung verzwillingt.

Mikroklin. Zu Paredes, nördlich vom Gerez, grüne Adern (Amazonenstein!), selten 5 bis 6 cm bläulich grüne Krystalle bildend. Es sind einfache Individuen mit $\{001\}$, $\{010\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{10\bar{1}\}$.

Albit. Zu Boivão (s. oben).

Chiastolith. Zu Alto de Pardelhas (Mondim de Basto) und auf der Grube Queiriga, auch zu Vianna do Castello.

Turmalin. Zu Figueiró da Serra (Estrella-Gebirge), Mello bei Gouvêa und auf Zambezia (Portugiesisch-Ostafrika).

Chrysokoll. Kupfer- und Urangrube Quartafeira bei Sabugal.

Zirkon. Roter Hyacinth zu Monte Suimo (Bellas, unweit Lissabon). Bis jetzt ist ein einziger Krystall davon bekannt.

Granat. Zu San Pedro bei Cintra und auf der Wolframgrube Salgueirinhas (s. oben).

Sericit. In kleinen stark abgeplatteten Krystallen von hexagonalem Umriß und gelblicher Farbe auf dem Gerez [Muskovit?].

Clintonit. In sehr spröden Platten von brauner Farbe auf dem Gerez-Gebirge.

Ref.: V. Souza-Brandão.

3. M. Faura y Sans (in Barcelona): **Der Wollastonit in Catalonien** (Buttl. Inst. Cat. d'Hist. Nat. 1910, 23).

Das früher von Vidal in seinem Werk über die Provinz Gerona als Couseranit angesprochene Mineral stellte sich als Wollastonit heraus. Es kommt in weißem krystallinen Dolomit oder dolomitischem Kalkstein der archaischen Formation bei Nuria vor und bildet dabei compacte Gruppierungen von in die Länge gezogenen und nach allen Seiten gerichteten, fein gestreiften Plättchen, von einigen Centimetern Länge und 2 bis 3 mm Breite. Durch ihre hell gelblichgraue Farbe heben sich die Wollastonitmassen im frischen Gesteinsbruch scharf vom weißen Kalkstein ab, während auf angewitterter Oberfläche die Farbe eine dunklere ist. Neben CaO hat man darin eine kleine Menge von MgO und ganz wenig FeO als Basen gefunden.

Ref.: V. Souza-Brandão.

4. K. Zimányi (in Budapest): **Einige Beiträge zur krystallographischen Kenntnis des Pyrits von Dognácska** (Földtani Közlöny 1910, **40**, 550—555 ungarisch, 591—596 deutsch. Mit einer lithographischen Tafel).

Derselbe. Pyrit von Dognácska (Akadémiai Értesítö 1910, **24**, 329—330 ungarisch. Im Auszuge mitgeteilt).

Beide Mitteilungen behandeln denselben Gegenstand. Die untersuchten Pyritkrystalle stammen alle aus der Grube »Vinere Mare« im Tale des großen Rissova-Baches bei Dognácska (Komitat Krassó-Szörény). Der Schwefelkies kommt auf Gängen vor, deren Ausfüllung Ton und mit Pyrit imprägnierter Quarz ist. Die oktaëdrischen Pyritkrystalle kommen in den lockeren, sehr zerklüfteten Gangausfüllungen, wo der Quarz spärlich ist, vor; hingegen die pentagondodekaëdrischen findet man dort, wo der Quarz sich anhäuft.

Die kleinen Krystalle sind von 3—5 mm, die großen auch von 5—8 cm Größe, diese letzteren sind meistens von vielen Sprüngen durchsetzt, oder stark korrodiert. Seltener findet man als spätere Bildung auf dem Pyrit Bleiglanz, Arsenkies[1]) und Zinkblende als kleine Kryställchen.

Es wurden 47 Formen goniometrisch oder mittelst Zonen sichergestellt, die für den Pyrit neuen sind mit einem * bezeichnet.

$a\ \{100\}$	$A'\ \{10.11.0\}$	$Y\ \{10.6.1\}$
$d\ \{110\}$	$\xi'\ \{890\}$	$\{10.5.2\}$
$o\ \{111\}$	$\pi'\ \{780\}$	$t\ \{421\}$
$b\ \{910\}$	$\sigma'\ \{670\}$	$*\ \{346\}$
$\delta\ \{610\}$	$\nu'\ \{560\}$	$*\ \{348\}$
$A\ \{11.3.0\}$	$D'\ \{450\}$	$*\ \{2.5.20\}$
$\gamma\ \{720\}$	$*\ \{570\}$	$\{443\}$
$\varepsilon\ \{10.3.0\}$	$g'\ \{230\}$	$r\ \{332\}$
$f\ \{310\}$	$h'\ \{140\}$	$\{553\}$
$k\ \{520\}$	$\{876\}$	$\{774\}$
$O\ \{730\}$	$M\ \{432\}$	$p\ \{221\}$
$e\ \{210\}$	$s\ \{321\}$	$n\ \{211\}$
$\varkappa\ \{850\}$	$*\ \{741\}$	$\omega\ \{522\}$
$\vartheta\ \{430\}$	$\mathfrak{h}\ \{13.7.1\}$	$*\ \{722\}$
$D\ \{540\}$	$\Sigma\ \{532\}$	$\mu\ \{411\}$
$\nu\ \{650\}$	$*\ \{16.7.4\}$	

Die untersuchten Krystalle waren pentagondodekaëdrisch, oktaëdrisch oder sog. »Mittelkrystalle« an diesen waren entweder $o\{111\}$ und $a\{100\}$ oder $o\{111\}$ und $e\{210\}$ im Gleichgewicht entwickelt. An manchen waren $s\{321\}$, $n\{211\}$ oder $p\{221\}$ seltener auch $t\{421\}$ mit ziemlich großen Flächen ausgebildet; von den Pentagondodekaëdern der Gegenstellung hatte nur $D'\{450\}$ und $g'\{230\}$ gut ausgebildete, größere Flächen.

Einige der neuen Formen konnten auch aus Zonenverhältnissen bestimmt werden.

$*\{741\}$ aus den Zonen $[210:111 = 1\bar{2}1]$ und $[10.6.1:522 = 2\bar{3}\bar{2}]$
$*\{722\}$ » » » $[100:111 = 0\bar{1}1]$ » $[2\bar{2}1:421 = \bar{2}16]$
$*\{348\}$ » » » $[102:021 = \bar{4}\bar{1}2]$ » $[112:100 = 021]$
$*\{346\}$ » » » $[102:010 = \bar{2}01]$ » $[111:\bar{1}02 = 2\bar{3}1]$

1) Siehe diese Zeitschr. 1909, **46**, 304.

Für die neuen Formen wurden gemessen:

		Beobachtet:	Berechnet:
(741)	: (210)	= 7° 47′	7° 45′
	: (211)	= 17 16	17 18
	: (10.6.1)	= 2 26	2 29
	: (221)	= 19 20	19 19
(16.7.4)	: (210)	= 13 19	13 19½
	: (111)	= 29 28	29 32
(722)	: (111)	= 32 51	32 44
	: (100)	= 22 1	22 0
	: (421)	= 10 42	10 40
(348)	: (021)	= 40 36	40 40
	: (001)	= 31 57	32 0
	: (111)	= 23 37	23 22
(2.5.20)	: (214)	= 20 10	20 20
	: (102)	= 24 42	24 56
	: ($\bar{1}$11)	= 50 15	50 7
(057)	: (010)	= 54 25	54 28
	: (112)	= 25 43	25 37
(346)	: (111)	= 16 5	16 3
	: (102)	= 30 37	30 48½

Die Flächen von *{16.7.4} stumpfen mit parallelen Kanten die trigonalen Kanten der herrschenden Form *e*{210}; das Dyakisdodekaëder *{2.5.20} erscheint mit kleinen Flächen an beiden Seiten von *h'*{014} zwischen *h'* und *t*, und liegt mit diesen in einer Zone.

Ref.: K. Zimányi.

5. K. Zimányi (in Budapest): **Pyrit aus der Grube »Vier Evangelisten« bei Dognácska** (Földtani Közlöny 1911, **41**, 564—566 ungarisch, 616—618 deutsch).

Der Pyrit findet sich auf den Klüften eines quarzigen krystallinen Schiefers, welcher schon teilweise verändert ist; der Hauptgemengteil ist Quarz, viel weniger Feldspat und Sericitschüppchen. Die größeren Klüfte erfüllt eine sehr veränderte Breccie, auf welcher ebenfalls Pyritkrystalle sitzen.

Das Vorkommen ist weniger massenhaft wie auf »Vinere Mare«, auch sind die Krystalle kleiner und nicht sehr flächenreich, meistens haben sie mittlere Größe. Die Pyritkrystalle sind oft von einer dünnen Limonitrinde bedeckt, seltener von einer drusigen, lichtbraunen Rinde, welche sich als Eisencarbonat erwies.

Als gut ausgebildete Formen konnten bestimmt werden: *a*{100}, *o*{111}, *e*{210}, *s*{321}, *t*{421}.

Wenn die Formen *o*, *e* und *a* untergeordnet sind, haben sie glatte Flächen; oft sind die Oktaëderflächen nach drei Richtungen parallel den Kanten [*o* : *s*] gestreift, *a*{100} ebenfalls nach drei Richtungen und zwar nach den Kanten [*e* : *a*] und [*t* : *a*], auch mit treppenförmigem Aufbau. Die großen Flächen von *s*{321} sind parallel den Kanten [*s* : *o*] und [*s* : *t*] gestreift, in letzterer Zone wurden die streifenförmigen Flächen mit schwankenden Winkelwerten als {18.10.5}, *R*{742}, {10.6.3} und {16.10.5} bestimmt.

Die Combinationen sind meistens dyakisdodekaëdrisch, es finden sich auch oktaëdrische und hexaëdrische Krystalle, oder solche, an welchen *o* und *e*, oder *o* und *s*, oder *o*, *s* und *e* im Gleichgewicht entwickelt sind.

Ref.: K. Zimányi.

6. K. Zimányi (in Budapest): **Neue Formen am Pyrit und seine bisher bekannten sämtlichen Formen** (Földtani Közlöny 1912, 42, 724—736 ungarisch, 838—851 deutsch. Mit 1 Textfigur).

An dem Pyrit von der Grube »Vinere Mare« bei Dognácska wurden noch folgende Formen nachgewiesen, die mit einem * bezeichneten sind für diese Mineralspecies überhaupt neu.

ψ {944}	{744}
* {11.6.6}	* {766}
* {955}	* {563}

Alle diese Formen sind mit untergeordneten, schmalen Flächen ausgebildet; zuweilen finden sich an den Oktaëderflächen treppenförmige, orientiert gelagerte sechseckige Erhebungen, deren Seiten von den gerieften Flächen des *s*{321} und *n*{211} und den aufgezählten Ikositetraëdern gebildet sind.

Das neue Dyakisdodekaëder konnte auch durch die Zonen [021 : 100 = 01$\bar{2}$] und [111 : 214 = 3$\bar{2}\bar{1}$] bestimmt werden.

Für die neuen Formen wurden folgende Winkel gemessen:

	Beobachtet:	Berechnet:
(11.6.6) : (100) =	37° 30′—37° 43′	37° 38¾′
(955) : (100) =	38 20	38 9¼
: (111) =	16 23	16 34¾
(766) : (100) =	50 37 —50 28	50 28¾
: (111) =	4 16 — 4 24	4 15½
(563) : (021) =	36 42 —36 47	36 42
: (111) =	14 55 —14 58	14 57¾
: (252) =	44 53	44 58¾
: (121) =	46 55	46 54¾

Die beobachteten Combinationen waren folgende:

o, *e*, *a*, *n*, *s*, *t*, *d*, δ, *{955};
o, *e*, *t*, *n*, *s*, *a*, ω, *p*, $\varkappa$, *{11.6.6}, *{955}, {744}, *{766};
o, *e*, *t*, *a*, *n*, *s*, ω, μ, *p*, σ', {570}, {722}, ψ, *{11.6.6}, *{766};
o, *e*, *t*, *a*, *n*, ω, *p*, *s*, *M*, {570}, σ', μ, {722}, *{766}, *{563}.

Die drei Dyakisdodekaëder rechter Stellung liegen in den Kreuzungspunkten folgender Zonen:

{483} liegt in	[021 : 210],	[001 : 120]	und	[010 : 403]
{463} » »	[021 : 100],	[111 : 021]	»	[001 : 230]
{563} » »	[021 : 100],	[111 : 214]	»	[001 : 560]

Schließlich gibt der Verf. eine Zusammenstellung sämtlicher der bis zum Ende des Jahres 1911 bekannt gewordenen Formen des Pyrits, mit Angabe des ersten Beobachters und ersten Fundortes. Aus den neueren Arbeiten wurden diejenigen Formen nicht aufgenommen, welche die Autoren schon ursprünglich zu den fraglichen oder vicinalen zählten.

Die bisher bekannten Formen sind:

1. a {100}
2. o {111}
3. d {110}

Linke Pentagondodekaëder

4. {29.1.0}
5. I {21.1.0}
6. $\mathfrak{p}$ {17.1.0}
7. U {15.1.0}
8. H {14.1.0}
9. G {12.1.0}
10. {10.1.0}
11. b {910}
12. B {810}
13. c {710}
14. δ {610}
15. J {11.2.0}
16. C {16.3.0}
17. {510} ?
18. α {920}
19. h {410}
20. A {11.3.0}
21. γ {720}
22. ε {10.3.0}
23. f {310}
24. e_b {16.5.0}
25. ζ {11.4.0}
26. $\mathfrak{D}$ {830}
27. k {520}
28. $\mathfrak{E}$ {12.5.0}
29. O {730}
30. η {940}
31. {11.5.0}
32. e {210}
33. {13.7.0}
34. i {950}
35. {740}
36. Δ {12.7.0}
37. l {530}
38. {13.8.0}
39. $\varkappa$ {850}
40. g {320}
41. {13.9.0}
42. {10.7.0}
43. Γ }750}
44. {15.11.0}
45. Ξ {19.14.0}
46. ϑ {430}
47. e_c {13.10.0}
48. j {970}
49. D {540}
50. λ {11.9.0}
51. {17.14.0}
52. ν {650}
53. σ {760}
54. π {870}
55. ξ {980}
56. {10.9.0}
57. Λ {11.10.0}

Rechte Pentagondodekaëder

58. Λ' {10.11.0}
59. ξ' {890}
60. π' {780}
61. ϱ' {13.15.0}?
62. σ' {670}
63. ν' {560}
64. D' {450}
65. ϑ' {340}
66. {11.15.0}
67. {570}
68. g' {230}
69. {7.11.0}
70. {8.13.0}
71. U' {470}
72. e' {120}
73. k' {250}
74. h' {140}
75. B' {180}

Triakisoktaëder

76. {665}
77. {554}
78. {448}
79. {775}
80. r {332}
81. τ {885}
82. {553}
83. {774}
84. p {221}
85. {773}
86. {552}
87. {11.11.4}
88. q {331}
89. Θ {661}

Ikositetraëder

90. φ {911}
91. ς {711}
92. E {511}
93. μ {411}
94. {11.3.3}
95. {722}
96. m {311}
97. ω {522}
98. ψ {944}
99. Φ {11.5.5}
100. n {211}
101. {15.8.8}
102. {11.6.6}
103. {955}
104. {744}
105. {533}
106. {855}
107. β {322}
108. {10.7.7}
109. χ {433}
110. {544}
111. Π {655}
112. {766}
113. {15.14.14}

Linke Dyakisdodekaëder

114. {821}
115. ϱ {12.3.2}
116. x {721}
117. F {621}
118. y {932}
119. z {16.6.3}
120. σ {832}
121. {16.7.4}
122. {521}
123. Ω {15.16.5}
124. Ψ {942}
125. X {11.5.2}
126. S {12.6.1}
127. T {10.5.1}
128. {18.9.2}
129. w {841}
130. {631}
131. {10.5.2}
132. t {421}
133. u {632}
134. v {12.6.5}?
135. $\mathfrak{h}$ {13.7.1}
136. Q {13.7.3}
137. $\mathfrak{g}$ {951}
138. {952}
139. $\mathfrak{A}$ {18.10.5}
140. {16.9.1}
141. $\mathfrak{j}$ {741}
142. R {742}
143. Y {10.6.1}
144. Z {531}
145. $\mathfrak{r}$ {25.15.6}
146. Σ {532}
147. W {851}
148. $\mathfrak{d}$ {852}
149. {24.15.10}
150. V {22.14.7}
151. {11.7.6}
152. {11.7.6}
153. {14.9.3}
154. ü {14.9.4}
155. $\mathfrak{N}$ {962}
156. s {321}
157. C {964}
158. {643}
159. P {13.9.6}
160. ϱ {10.7.1}
161. N {751}
162. {753}
163. {754}
164. {11.8.5}
165. {15.11.7}
166. Φ {12.9.1}
167. {431}
168. {863}
169. M {432}
170. $\mathfrak{e}$ {14.11.8}
171. K {14.11.10}
172. $\mathfrak{z}$ {541}
173. {542}
174. {45.36.20}
175. {543}
176. L {10.8.7}
177. $\mathfrak{a}$ {11.9.7}
178. $\mathfrak{B}$ {654}
179. {876}
180. {987}
181. {10.9.3}
182. {12.11.10}

Rechte Dyakisdodekaëder

183. {563}
184. $\mathfrak{B}'$ {564}
185. Υ {8.10.5}
186. G' {453}
187. H' {341}
188. M' {342}
189. s' {231}
190. {463}
191. {361}
192. t' {241}
193. $\mathfrak{w}$ {11.22.7}
194. {483}
195. O {371}
196. {5.20.2}

Die Buchstabenbezeichnung ist größtenteils dieselbe wie in Dana's »System«; bei der Form {450} ist D' gebraucht, entsprechend wie bei der linken Form, und das Dyakisdodekaëder {521} erhielt keinen Buchstaben, da denselben Dana schon für die Form I'{750} annahm. Die neueren Formen wurden so bezeichnet wie es der erste Beobachter tat.

Ref.: K. Zimányi.

7. Al. Vendl (in Budapest): **Daten zur mineralogischen Kenntnis des Sandes der Donau** (Budapest 1910, Inaugural-Dissertation [Ungarisch], 1—30).

Der vom Verf. untersuchte Donausand stammt aus dem Flußbette bei Budapest, zwischen der Margarethen-Insel und dem Stadtteil Ujlak.

Es wurden die gewöhnlichen petrographischen Methoden angewandt; nach der Separierung mittelst der Thoulet'schen Lösung wurden zur speciellen und genaueren Untersuchung die Mineralkörner sorgfältigst isoliert, die Brechungsexponenten annähernd bestimmt, die anderweitigen optischen Untersuchungen und die notwendigen mikrochemischen Reactionen ausgeführt. Die annähernde procentuelle Zusammensetzung des Sandes ist folgende:

Spec. Gewicht	kleiner als	2,651	12,1 %
»	etwa	2,651	73,2
»		2,651—3,035	13,5
»	größer als	3,035	1,2

Der größte Teil (85—90 %) des Sandes besteht aus Quarzkörnern, derselbe enthält folgende Mineralspecies: Opal, Granat (Almandin), Magnetit, Quarz, Calcit, Apatit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Hypersthen, Staurolith, Olivin, Cordierit, Amphibol (Aktinolith), Augit, Biotit, Muskovit, Chlorit, Epidot, Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas (Andesin und Labradorit), Disthen. Von diesen Mineralien sind alpiner Herkunft Staurolith, Disthen, Aktinolith und Cordierit; wahrscheinlich stammen größtenteils aus den Alpen der Quarz mit Chloriteinschlüssen, Turmalin, Zirkon, Rutil; der grüne Amphibol, Muskovit und teilweise der Mikroklin; aus Ungarns Gebirge haben ihre Herkunft der Calcit, Olivin, Hypersthen, der braune Amphibol, Biotit und die Plagioklase, obzwar dieselben teilweise auch aus den Alpen stammen können. Die übrigen Mineralien des Sandes können sowohl von den Alpen als von Ungarns Gebirge herrühren.

Der Quarz ist meistens wasserklar, oft auch von verschiedener Färbung, welche von fremden Einschlüssen wie kohlige Substanz, Hämatit- oder Chloritblättchen, Zirkon und Rutil hervorgerufen wird. Muskovit, meistens größere (1—3 mm) Blättchen, oft mit Zirkon und schwarzen Magnetit(?)-Einschlüssen. Manche Calcitkörner lösen sich nur in warmer Salzsäure und zeigen Mg-Reaktion. Von den Feldspaten dominieren Orthoklas, Mikroklin und Labradorit; die zwei ersteren sind meistens genügend klar und Mikroklin läßt die charakteristische Gitterstructur gut erkennen, in beiden konnte der Verf. mikrochemisch wenig Na nachweisen. Die Plagioklase sind meistens schon trübe, an einigen durchsichtigen Körnern konnte man optisch den Andesin und Labradorit erkennen; Na und Ca wurde mikrochemisch nachgewiesen. Der Biotit ist meistens bräunlich-schwarz, wenige grünlich; als Einschlüsse führt er schwarze, opake Punkte und selten Rutilnadeln. Der Granat in rosenfarbigen Körnern, an einzelnen konnte noch die Form {110} erkannt werden, oft mit Magnetit- seltener mit nadelförmigen Apatiteinschlüssen. Der Amphibol

(Fortsetzung S. 64.)

	I roh		Ia geschlämmt		II roh		IIa geschlämmt		III roh		IIIa geschlämmt	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
SiO_2 . .	63,26	31,31	57,88	31,86	74,17	44,49	78,16	44,95	53,18	42,53	54,30	42,03
Al_2O_3 . .	20,93	38,50	24,23	38,97	18,11	38,96	14,93	37,89	32,32	39,35	32,19	40,67
Fe_2O_3 . .	0,85	1,57	0,75	1,21	0,74	1,61	0,47	1,21	1,59	1,94	1,36	1,72
CaO . .	0,36	0,67	0,27	0,44	0,30	0,65	0,47	1,21	0,37	0,45	0,21	0,26
MgO . .	0,11	0,20	0,05	0,08	0,05	0,10	0,11	0,28	0,13	0,15	0,03	0,04
K_2O . .	0,46	2,39	1,90	2,88	0,12	0,00	0,13	0,00	0,37	0,28	0,42	0,32
H_2O . .	12,99	24,12	14,77	23,93	6,52	14,25	5,58	14,39	12,01	14,66	11,43	14,49
	99,96	98,76	99,85	99,37	100,01	100,06	99,85	99,93	99,97	99,36	99,94	99,55
C: Tonsubstanz	53,85		61,70		45,74		38,77		81,91		78,85	
C: Quarzsand	45,07		31,27		52,91		59,94		17,35		20,50	
C: Feldspatsand	1,08		1,03		1,35		1,29		0,54		0,65	
	100,00		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
D: Chem. Formel der Tonsubstanz	$Al_2O_3 . 1,35 SiO_2 . 3,59 H_2O$		$Al_2O_3 . 1,37 SiO_2 . 3,54 H_2O$		$Al_2O_3 . 1,93 SiO_2 . 2,10 H_2O$		$Al_2O_3 . 1,99 SiO_2 . 2,12 H_2O$		$Al_2O_3 . 1,80 SiO_2 . 2,15 H_2O$		$Al_2O_3 . 1,72 SiO_2 . 2,00 H_2O$	

IV (ge)schlämmt		V roh		VI geschlämmt		VII roh		VIII geschlämmt		IX roh		X	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
5	43,43	56,74	44,36	46,78	45,78	61,06	47,09	58,46	46,94	77,31	45,74	68,02	57,52
1	39,52	31,13	40,09	38,80	39,51	26,27	36,13	29,48	38,18	15,46	37,81	17,21	24,87 (für beide Zeilen)
5	1,09	0,57	0,74	0,31	0,32	1,28	1,77	0,62	0,80	0,47	1,27	1,22	
8	0,69	0,29	0,37	0,69	0,70	0,48	0,66	0,42	0,54	0,38	1,03	1,19	0,89
6	0,11	0,02	0,03	0,37	0,38	1,65	2,29	0,23	0,29	0,14	0,38	0,48	1,33
6	0,16	0,17	0,09	2,47	2,51	1,09	1,16	0,80	0,84	1,59	0,64	7,62	1,55
7	14,77	10,83	14,09	10,59	10,78	7,82	10,85	10,01	13,03	4,62	12,50	4,30	13,30
8	99,57	99,75	99,77	100,01	99,88	99,65	99,95	100,02	100,62	99,97	99,37	100,04	99,46
54,57		76,87		98,17		72,05		76,79		36,95		32,32	
44,38		22,55		1,83		26,41		22,33		54,99		11,48	
1,05		0,58		—		1,54		0,88		8,06		56,20	
00,00		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
$Al_2O_3 . 1,84\, SiO_2 . 2,13\, H_2O$		$Al_2O_3 . 1,86\, SiO_2 . 2,01\, H_2O$		$Al_2O_3 . 1,97\, SiO_2 . 1,67\, H_2O$		$Al_2O_3 . 2,16\, SiO_2 . 1,88\, H_2O$		$Al_2O_3 . 2,07\, SiO_2 . 1,99\, H_2O$		$Al_2O_3 . 2,03\, SiO_2 . 2,10\, H_2O$		$Al_2O_3 . 3,96\, SiO_2 . 3,32\, H_2O$	

findet sich in nach der Prismenzone gestreckten oft noch scharfkantigen Körnern; die Farbe ist grün ($c:c = 13^0—17^0$) oder braun ($c:c = 10^0—12^0$), beide stark pleochroitisch. Die Opalkörner meistens gelblichbraun und von den Einschlüssen beinahe undurchsichtig. Hypersthen ebenfalls längliche Körner bildend, mit starkem Pleochroismus; oft mit Magnetit-(?) und Glaseinschlüssen. Der Augit findet sich meistens in abgerundeten Körnern, mit $c:c = 40^0—44^0$ oder $c:c = 34^0—38^0$. Die Körner des Stauroliths sind entweder abgerundet oder lassen den frischen, muscheligen Bruch noch erkennen; der Pleochroismus sehr auffallend dunkelorangegelb und blaßgelb; meistens führen sie opake schwarze Einschlüsse von elliptischer Form. Magnetit zuweilen noch {111} erkennbar; manche Körner zeigten *Ti*-Reaktion. Apatit immer in sehr abgerundeten, kleinen (0,06—0,15 mm) Körnern. Der Disthen kommt in schmalen, scharfkantigen Leistchen vor, an denen zwei Spaltungsrichtungen gut zu beobachten waren. Zirkon teils in gerundeten Körnern, teils als wenig gerundete, farblose prismatische Krystalle (0,18—0,25 mm). Epidot in gerundeten, länglichen Körnern, mit gut unterscheidbaren Spaltungsrichtungen und starkem Pleochroismus. Der Turmalin bildet stark abgerundete bräunlichschwarze Körner, mit starker Doppelbrechung und Pleochroismus. ε = licht bräunlichgelb, ω = dunkel grünlichbraun. Der Rutil ist teils mit abgerundeter, teils mit frischer Bruchfläche zu finden; an manchen Splittern kann man die scharfen Spaltungsrichtungen und schwachen Pleochroismus erkennen. Olivin findet sich in geringer Menge, als sehr abgerundete Körner. Der Aktinolith und Cordierit ist auch selten; der erstere ist länglich, leistenförmig, von blaßgrüner Färbung, ohne Pleochroismus, $c:c = 12^0—14^0$; der letztere bildet blaßbläuliche, abgerundete Körnchen mit schwachem Pleochroismus.

Die Arbeit wurde im mineralog.-petrographischen Institut des Josef-Polytechnikums in Budapest ausgeführt.

Ref.: K. Zimányi.

8. L. Petrik (in Budapest): **Die Rhyolithkaoline Ungarns** (Magyar Üveg-és Agyagujság 1910, **10**, No. 5, 2—3, No. 6, 2—3 und No. 8, 4—5, Ungarisch).

Die bisher bekannten weißen Tone Ungarns entstanden alle aus Trachyt- oder Rhyolithgesteinen, einige sind plastische Tone ähnlich der sogenannten »Terre de pipe«, und sind auch zur Porzellanfabrikation geeignet; deshalb scheint die Bezeichnung Rhyolithkaoline angezeigt.

Der Verf. analysierte zehn verschiedene Vorkommen dieser Rhyolithkaoline, deren Resultate in der Tabelle S. 62/63 zusammengestellt sind; in den entsprechend bezeichneten Kolonnen oder Zonen bezieht sich:

A auf die Bauschanalyse des rohen oder geschlämmten Materials; **B** auf die Analyse der nach der Seger-Aron'schen Methode mittelst heißer, concentrierter Schwefelsäure separierten Tonsubstanz; **C** auf die procentuelle Zusammensetzung des Rhyolithkaolins; und **D** auf die aus der Analyse festgestellte chemische Formel der Tonsubstanz.

I. Beregszász (Komitat Bereg) aus der Grube des Herrn L. Meißels.
II. Ebendort, aus der städtischen Grube, I. Qualität.
III. » » » » » III. »
IV. » aus der Grube des Herrn Vargha.
V. » aus einem unaufgeschlossenen Lager.

VI. Kovászó (Komitat Bereg), aus der Grube des Herrn Vargha.
VII. Telkibánya (Komitat Abauj-Torna).
VIII. Sárospatak (Komitat Zemplén).
IX. Dubrinics (Komitat Ung.).
X. Weißer, verwitterter Rhyolith von Dubrinics.

(Siehe Tabelle S. 62—63.)

Bei den analytischen Untersuchungen dieser Rhyolithkaoline fiel es dem Verf. auf, daß der von Beregszász erheblich weniger SiO_2 enthalte, als dem Tonerdegehalt entspreche, und die empirische Formel

$$Si_2O_9Al_2H_4 = 2\,H_2O\,.\,Al_2O_3\,.\,2\,SiO_2$$

erfordern würde. Die Abweichung der procentuellen Zusammensetzung von der des normalen Kaolins ist besonders auffallend bei I. und Ia. Der Verf. überzeugte sich experimentell, daß der Beregszászer Rhyolithkaolin 11,73 % freilösliche Al_2O_3 enthalte; bringt man diese Menge in Abzug so ist das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3 = 1 : 1{,}92$, welches dem des normalen Kaolins ziemlich nahe kommt, so auch denen von II—IX, nur enthält der fette und plastische von Kovászó (VI) und Telkibánya (VII) weniger Wasser.

Der teilweise verwitterte Feldspat aus dem Rhyolith von Dubrinics hat die Zusammensetzung:

SiO_2 67,15 %, Al_2O_3 18,48 %, CaO 1,6 %, MgO 0,09 %, K_2O 12,66 %.

Der Rhyolith von Dubrinics enthält freie Kieselsäure, seine Zusammensetzung steht nahe des in England als »Cornishstone« benannten und des limogeser Pegmatits, welche bei der Keramikfabrikation Verwendung finden.

Ref.: K. Zimányi.

9. J. Balás (in Borossebes): **Die zur Domäne des Grafen Fr. Wenckheim gehörigen Eisenerzgruben bei Borossebes** (Bányász. és Kohászati Lapok 1910, XLIII. Jahrg., **51**, 144—156. Mit 1 Kartenskizze und 13 Textfiguren, ungarisch).

Die Eisenerzvorkommen liegen in dem nordöstlichen Teile des Komitates Arad, an der Grenze von Bihar im Kodrugebirge; dieselben erstrecken sich in etwa 50 km Länge zwischen Szlatina und Vaskóh. Der Mittelpunkt des Bergbaues ist Menyháza.

Das Kodrugebirge ist aufgebaut aus Dyasschiefern, Quarzitsandstein, Triasdolomit uud Kalkstein. Die Eisenerze liegen im schwarzen Triasdolomit, ihre Hauptmasse bildet der Braun- und Roteisenstein, viel weniger, aber noch in ansehnlicher Menge, Pyrolusit, Manganit und Psilomelan. In den tiefsten Horizonten finden sich diese Manganerze auch rein vor, aber in dem Braun- und Roteisenstein findet man sie auch in ziemlicher Menge. — Der übrige Teil der Arbeit ist von montangeologischem Interesse; die mitgeteilten Analysen haben auch nur hüttenmännische Bedeutung. Die Eisenerze enthalten 25,18—47,83 % *Fe*, 3,71—29,12 % *Mn*, die Manganerze 42,34—47,82 % *Mn* und 15,16 bis 19,08 % *Fe*.

Ref.: K. Zimányi.

10. D. V. Lenkei (Balaton-Almádi): **Der Radium- und Radiumemanationsgehalt des Balatonwassers und seines Untergrundes. Ihre Bestimmung mittelst Gewichts- und Hohlmaß** (Magyar.-balneolog. Értesítö 1910, 3, No. 5 u. 6).

Der Verf. gibt eine ausführliche Beschreibung der von ihm angewandten Methoden zur Bestimmung des Radiumgehaltes und Radiumemanation mittelst des Elektrometers. Nach den Bestimmungen des Verf. enthält 1 Liter Wasser des Balaton Sees 0,0064—0,0224 Millionstel Kubikmillimeter Emanation. Der Schlamm oder Sand des Untergrundes enthält in 1000 Gramm:

Schlamm von	Balaton-Almádi	0,47	Millionstel	mgr	Radium
» »	Badacsony	0,67	»	»	»
» »	Csopak	0,85	»	»	»
» »	Balaton-Füred	0,63	»	»	»
» »	Kenese	0,25	»	»	»
» »	Révfülöp	0,22	»	»	»
Toniger Sand von	Lelle und Szepesd	0,24	»	»	»
» »	Balaton-Berény	0,13	»	»	»

Ref.: K. Zimányi.

11. J. Krenner (in Budapest): **Die Brechungsexponenten des grönländischen Kryolithes** (Annales histor.-natur. Musei Nation. Hungarici 1910, 8, 370—371, ungarisch und deutsch).

An einer aus einem einfachen Krystall zur ersten Mittellinie senkrecht geschliffenen Platte wurde mittelst der Totalreflexion für Na-Licht bestimmt: $\alpha = 1,3385$, $\beta = 1,3389$, $\gamma = 1,3396$.

Ref.: K. Zimányi.

12. M. v. Pálfy (in Budapest): **Der Wehrlitstock von Szarvaskö** (Földtani Közlöny 1910, **40**, 480—486 ungarisch, 518—525 deutsch. Mit 2 Textfiguren).

Der Wehrlitstock liegt ungefähr $1\frac{1}{2}$ km unterhalb Szarvaskö (Komitat Heves) am rechten Ufer des Eger Baches, er hat eine Ausdehnung von beiläufig 250 m Länge und 150 m Breite, und ist von allen Seiten im Contact mit den carbonischen Tonschiefern und Sandsteinen. Die Contactwirkung ist an dem Sandstein sehr stark, und ist den Spalten entlang mit Magnetit und Hämatit erfüllt.

Der Kern der Eruption besteht aus schwarzem, keinen Feldspat führendem Wehrlit, während am Rande an einigen Punkten ein stark feldspatiges Gestein denselben gürtelartig umschließt.

Der unverwitterte Wehrlit erscheint dem unbewaffneten Auge homogen, feinkörnig mit glänzender Bruchstelle; unter dem Mikroskop ist es ein sehr feinkörniges Gemenge von Olivin, braunem Amphibol und Diallag und viel Magnetit, welcher in abgerundeten Krystallen sich findet. Das Gestein enthält eine beträchtliche Menge Ti; Verf. hält es für wahrscheinlich, daß dieser Titangehalt nicht bloß von den die Olivin- und Diallagkörner erfüllenden gitterartigen Krystallaggregaten (Titaneisenerz), sondern auch vom Magnetit herrührt.

Das am Rande der Eruption auftretende Gestein ist ein feinkörniger, grauer Olivingabbro, seine Bestandteile sind Plagioklas (Labradorit-Bytownitreihe), Olivin, Augit, weniger Amphibol und abgerundete Magnetitkrystalle, so auch die schwarzen, gitterartigen Krystallaggregate (Ilmenit).

Die Analyse der Gesteine führte K. Emszt aus.

	I. Wehrlit:		II. Gabbro:	
		Molekular-%		Molekular-%
SiO_2	32,58 %	33,33	39,78 %	44,97
TiO_2	6,07	4,68	1,51	1,28
Al_2O_3	1,51	1,08	12,68	8,48
Fe_2O_3	7,88	—	8,16	—
FeO	29,85	31,70	23,18	28,95
MnO	0,29	0,25	—	—
MgO	14,46	22,34	1,65	2,81
CaO	5,60	6,18	9,17	11,17
Na_2O	0,45	0,44	2,01	2,21
K_2O	Spuren	Spuren	0,18	0,13
H_2O	1,08	—	1,18	—
	99,77	100,00	99,50	100,00

Auffallend ist der große TiO_2- und FeO-Gehalt des Wehrlits, und auffallend gering der MgO-Gehalt des Gabbros, dessen Zusammensetzung einen Übergang zum Wehrlit bekundet.

Der große Eisengehalt des Wehrlits von Szarvaskö war schon vielfach jedoch erfolglos Veranlassung zu Versuchen zur industriellen Eisengewinnung. Der Verf. schätzt die gesamte Menge dieses viel Titan enthaltenden Eisenerzes auf 5 182 350 Tonnen.

Ref.: K. Zimányi.

13. B. Mauritz (in Budapest): **Über einige gesteinsbildende Mineralien aus Ungarn** (Földtani Közlöny 1910, **40**, 541—550 ungarisch, 581—590 deutsch).

Der Verf. teilt die Resultate der chemischen Analysen und optischen Untersuchungen mit, welche an einigen gesteinsbildenden Mineralien ausgeführt wurden.

Feldspat aus dem Eläolithsyenit von Ditró.

Ein großer Mikroklinkrystall mit der bekannten Gitterstructur zeigte die Auslöschungsschiefe auf $c\{001\} + 17^0$, auf $b\{010\} + 6^0$; die chemische Zusammensetzung dieses Mikroklins ist:

Si_2O	65,29 %
Al_2O_3	19,06
Fe_2O_3	Spuren
CaO	Spuren
K_2O	11,47
Na_2O	3,44
H_2O	0,24
	99,50 %

Die Zusammensetzung ist:

	Molekular-%	Gewichts-%
Ab	31	29,7
Or	69	70,3
	100	100,0

Der Eläolithsyenit von Ditró enthält auch Orthoklas mit der Auslöschungsschiefe + 7° auf $b\{010\}$. Dieses Gestein enthält auch in kleineren Krystallen reinen Albit, dessen Auslöschungsschiefe an orientierten Schliffen auf $b\{010\}$ + 19°, auf $c\{001\}$ + 4° 30′ war.

Die untersuchten Oligoklas-Feldspate gaben sehr wechselnde Resultate; sie haben eine Zusammensetzung zwischen Ab_{100} und $Ab_{70}An_{30}$. Die Auslöschung wurde an vielen orientierten Schliffen bestimmt; es wurde erhalten auf

	$c\{001\}$	$b\{010\}$
$Ab_{70}An_{30}$	0°	0°
$Ab_{73}An_{27}$	+ 0 40′	+ 3
$Ab_{75}An_{25}$	+ 1	+ 5
$Ab_{78}An_{22}$	+ 1 30	+ 7
$Ab_{76}An_{24}$	+ 2	+ 6

In den großen Pegmatitgeröllen des Ditróbaches finden sich mehrere Centimeter große Plagioklase, eine Analyse führte zum folgenden Ergebnis:

SiO_2	63,51 %
Al_2O_3	22,14
Fe_2O_3	Spuren
CaO	2,65
Na_2O	10,13
K_2O	1,00
H_2O	0,62
	100,05 %

Dieser Plagioklas ist ein Oligoklasalbit von der folgenden Zusammensetzung und den Auslöschungsschiefen:

	Molekular-%	Gewichts-%	Auslöschungsschiefe	
Or	5,1	5,3	auf $b\{010\}$	+ 13°
Ab	82,9	82,1	» $c\{001\}$	+ 2
An	12,0	12,6		
	100,0	100,0		

Eläolith aus dem Eläolithsyenit von Ditró.

Ein 4—5 cm großer Eläolithkrystall mit einzelnen, kleinen Ägirinkryställchen zeigte die Zusammensetzung:

SiO_2	43,96 %
Al_2O_3	33,01
Fe_2O_3	0,87
Na_2O	15,84
K_2O	5,39
H_2O	0,67
	99,74 %

Amphibol aus dem Eläolithsyenit von Ditró.

Die pegmatitische Facies des Eläolithsyenits kommt in großer Menge in dem »Nagypatak« von Ditró vor. Da die Amphibolkrystalle viele Einschlüsse von Titanitkryställchen, Glimmerblättchen und Feldspatkörnern enthalten, wurde

das zu analysierende Material vorher mittelst schwerer Flüssigkeiten separiert und die einzelnen Glimmerblättchen nachher unter der Lupe herausgesucht. Der Amphibol hatte das spec. Gew. 3,319, die Zusammensetzung ist:

SiO_2	37,69 %
TiO_2	5,67
Al_2O_3	13,41
Fe_2O_3	6,33
FeO	10,43
MnO	0,43
CaO	10,97
MgO	8,61
Na_2O	3,66
K_2O	2,33
	99,23 %

Der optische Charakter dieses Amphibols ist negativ und der optische Achsenwinkel sehr klein. Pleochroismus $\mathfrak{c}$ grün, etwas violett, $\mathfrak{b}$ dunkelgrün, $\mathfrak{a}$ gelb; die Absorption ist in der Richtung $\mathfrak{b}$ bedeutend stärker als in der Richtung $\mathfrak{c}$. Auslöschung auf $b'\{010\}$ ist $c:\mathfrak{c} = 11^0$. In diesem Eläolithsyenit kommen noch andere, optisch abweichende Varietäten vor.

Albit von Sajóháza (Kom. Gömör).

Der Albit kommt auf Siderit aufgewachsen in schönen Krystallen vor[1]). Die Analyse ergab:

SiO_2	68,95 %
Al_2O_3	19,60
CaO	0,13
Na_2O	11,72
K_2O	0,10

Dieser Analyse entsprechend ist die Zusammensetzung:

	Molekular-%	Gewichts-%
Or	0,5	0,6
Ab	99,0	98,9
An	0,5	0,5
	100	100

Die Auslöschung an den orientierten Schliffen ist auf $c\{001\} + 4^0 30'$ auf $b\{010\} + 19^0$.

Granat von Szokolyahuta (Kom. Nógrád).

Es wurden möglichst einschlußfreie Krystalle analysiert.

SiO_2	37,20 %
Al_2O_3	20,32
Fe_2O_3	1,79
FeO	28,67
MnO	1,56
Übertrag	89,54 %

1) Diese Zeitschr. 1905, **40**, 581.

Übertrag	89,54 %
CaO	5,86
MgO	4,28
Na_2O	0,34
K_2O	0,05
	100,17 %

In der isomorphen Mischung dieses Granates hat der Eisentongranat (Almandin) die Hauptrolle.

	Molekular-%	Gewichts-%
$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	16,7	14,2
$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$	10,0	9,5
$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$	3,5	3,5
$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	62,6	65,7
$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$	6,3	6,8
$Na_6Al_2Si_3O_{12}$	0,8	0,7
$K_6Al_2Si_3O_{12}$	0,1	0,1
	100	100

Einschlüsse aus dem Basalt von Medves bei Salgó-Tarján (Kom. Nógrád).

Olivineinschlüsse. Die Olivinkrystalle erreichen mehrere Centimeter. Größe, jedoch haben sie keine gutbegrenzte Krystallform. Ein homogener Krystall hatte die Zusammensetzung:

SiO_2 39,22 %, FeO 16,57 %, MgO 44,01 %,

welche einer isomorphen Mischung entspricht:

	Molekular-%	Gewichts-%
Fe_2SiO_4	17,5	23,4
Mg_2SiO_4	82,5	76,6
	100	100

Augiteinschlüsse. Schwarze, pechglänzende, große Krystalle, ohne gute Begrenzung; die Dispersion ist infolge des großen Titangehaltes auffallend stark

SiO_2	42,59 %
TiO_2	3,54
Al_2O_3	10,63
Fe_2O_3	6,52
FeO	5,56
MnO	0,37
CaO	21,47
MgO	7,86
Na_2O	1,67
	100,00 %

Oligoklaseinschlüsse. Die Krystalle erreichen 7—8 cm Größe, an der Basis ist die Zwillingsstreifung sehr gut zu sehen. An Spaltungsblättchen wurde die Auslöschung auf $c\{001\}$ zu $+1^0$, auf $b\{010\}$ zu 0^0 bestimmt.

Die Zusammensetzung ist:

SiO_2	61,27 %
Al_2O_3	24,15
CaO	4,99
Na_2O	8,47
K_2O	1,00
Fe_2O_3	Spuren
H_2O	0,42
	100,30 %

	Molekular-%	Gewichts-%
Or	5,7	5,8
An	71,1	70,0
Ab	23,2	24,2
	100	100

Ref.: K. Zimányi.

14. Z. v. Toborffy (in Budapest): **Die Minerale des alaunhaltigen Brunnens von Gánt** (Földtani Közlöny 1910, **40,** 184—185 ungarisch, 282—283 deutsch).

In der Gemeinde Gánt (Kom. Fejér) im Terrain des Vértesgebirges wurde ein Brunnen gegraben, dessen Wasser stark alaunhaltig ist[1]). Im bläulichgrauen Tone sind in Erznestern ausgeschieden Pyrit und Markasit; in diesem und auch in rotem Tone finden sich Gypskrystalle. An der Oberfläche der traubenförmigen Erzknollen findet man auch 1 mm große Pyritkryställchen von der Combination $o\{111\}$ als Hauptform, modificiert durch die kleinen Flächen von $e\{210\}$ und $a\{100\}$. Die Krystalle des Markasits sind etwas größer und bilden einfache Tafeln oder Zwillinge nach $m\{110\}$ mit den Formen $m\{110\}$, $c\{001\}$, $z\{012\}$ und $l\{011\}$.

Die Gypskrystalle haben die Größe von 7—8 cm, sind meistens wasserklar oder von eingeschlossenem Tone gelblich oder grau gefärbt oder durch winzige Pyrit-Markasitkryställchen verunreinigt. Die Individuen sind tafelförmig nach $b\{010\}$, die beobachteten übrigen Formen sind $m\{110\}$, $k\{130\}$, $c\{001\}$, $l\{111\}$, $n\{\bar{1}11\}$. — Ref.: K. Zimányi.

15. E. Hunek (in Szatmár-Németi): **Neuer ungarischer Fundort zweier Mineralien** (Ebenda 626 ungarisch, 678 deutsch).

Am Andesit von Nadap kommt auch Hämatit und Epidot vor, zumeist in Adern, insbesondere aber in Hohlräumen mit Calcit und Pyrit. Die kleinen ($\frac{1}{2}$—2 mm) tafelförmigen Hämatitkryställchen begrenzen $c\{0001\}$, $d\{10\bar{1}2\}$, $r\{10\bar{1}1\}$ und selten $(10\bar{1}5)$. Der Verf. sagt: »Die Fläche c — welche infolge der Wiederholung von d treppenförmig ist — zeigt die charakteristischen dreieckigen Zeichnungen.« Möglicherweise dürfte dies ein Irrtum sein, da die charakteristische, dreieckige Streifung oder treppenförmige Wiederholungen gewöhnlich von den negativen Rhomboëdern $e\{01\bar{1}2\}$ oder $\mu\{01\bar{1}5\}$ gebildet werden. Kleine (1—1$\frac{1}{2}$ mm) Epidotkryställchen kommen in Gesellschaften der Zeolithe vor; es wurden die Formen $c\{001\}$, $a\{100\}$, $e\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$ und $n\{\bar{1}11\}$ festgestellt.

Krystallmessungen sind nicht mitgeteilt. Ref.: K. Zimányi.

1) Vergl. in Földtani Közlöny 1905, **40**, 277—281.

16. Z. v. Toborffy (in Budapest): **Krystallographische Untersuchungen ungarischer Pyrargyrite** (Földtani Közlöny 1910, **40**, 360—372 ungarisch, 435—447 deutsch. Mit 8 Textfiguren).

In dieser Arbeit wurden die Pyrargyrite von Nagybánya (Kom. Szatmár), Hodrusbánya (Kom. Hont), Selmeczbánya (Kom. Hont), Vihnye (Kom. Bars) und Boicza (Kom. Hunyad) einer goniometrischen Messung unterzogen.

Nagybánya. Die kurzprismatischen (2—3 mm langen, 1—2 mm dicken) Kryställchen sind im durchfallenden Lichte dunkelrot; sie sitzen auf krystallinischem, drusigem Quarz zwischen Bleiglanzkryställchen, welche stellenweise mit Pyrargyritkörnchen bestreut sind. Hauptform ist das Prisma II. Ordnung; von den terminalen Formen ist $e\{01\bar{1}2\}$ groß, während die übrigen mehr oder weniger untergeordnet sind. Es konnten 15 Formen nachgewiesen werden; das mit schmaler, gutspiegelnder Fläche beobachtete Prisma $*\{9.2.\bar{1}\bar{1}.0\} = \{4.3.\bar{7}\}$ ist neu.

$a\{11\bar{2}0\}$	$=\{101\}$	$n\{41\bar{5}3\}$	$=\{40\bar{1}\}$
$m\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$G'\{71\bar{8}9\}$	$\{810\}$
$*\{9.2.\bar{1}\bar{1}.0\}$	$\{4.3.\bar{7}\}$	$\xi\{51\bar{6}7\}$	$\{610\}$
$r\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	$\varphi\{41\bar{5}6\}$	$\{510\}$
$e\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	$p\{11\bar{2}3\}$	$\{201\}$
$y\{32\bar{5}1\}$	$\{30\bar{2}\}$	$q\{16\bar{7}1\}$	$\{32\bar{4}\}$
$v\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$	$\alpha\{25\bar{7}3\}$	$\{42\bar{3}\}$
$\psi\{31\bar{4}2\}$	$\{30\bar{1}\}$		

Eine formenreiche Combination ist: a, m, $*$, r, e, ψ, v, α, q, n, ξ, y. —

Hodrusbánya. Die kurzprismatischen Krystalle von 1,5—2 mm Dicke sind auf zelligem Quarz aufgewachsen und von Braunspat begleitet. Die beobachteten Formen sind:

$a\{11\bar{2}0\}$	$=\{101\}$	$v\{21\bar{3}1\}$	$=\{20\bar{1}\}$
$m\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$t\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
$\beta\{21\bar{3}0\}$	$\{5\bar{1}\bar{4}\}$	$\tau'\{5.3.\bar{8}.11\}$	$\{830\}$
$r\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	$T'\{4.3.\bar{7}.10\}$	$\{730\}$
$e\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	$p\{11\bar{2}3\}$	$\{210\}$
$y\{32\bar{5}1\}$	$\{30\bar{2}\}$	$\alpha\{25\bar{7}3\}$	$\{42\bar{3}\}$

Die Combinationen gehören zwei verschiedenen Typen an, die eine ist: a, m, β, t, e, r, v; oben sind die Säulchen durch die großen Flächen von t begrenzt, die abwechselnden Flächen des Prismas m sind verschieden groß entwickelt. Den anderen Typus repräsentiert die Combination: a, m, α, e, r, y, v, t, p, τ', T'; am terminalen Ende dominieren α, e, und r, m ist nur mit drei Flächen als trigonales Prisma vertreten.

Selmeczbánya. Die kleinen, cochenillroten Krystalle waren von feinkörnigem Bleiglanz, Blende und Eisenkies begleitet. Beobachtete Formen:

$a\{11\bar{2}0\}$	$=\{101\}$
$m\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$
$r\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
$e\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$
$p\{11\bar{2}3\}$	$\{201\}$
$t\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
$v\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
$?J\{17.11.\bar{28}.6\}$	$\{17.0.\bar{1}\bar{1}\}$

Die Krystalle sind flächenreich.

Vihnye. Der Pyrargyrit kommt ebenfalls auf zelligem Quarz mit Braunspat vor. Hauptform ist $a\{11\bar{2}0\}$, vereinzelt trat auf $m\{10\bar{1}0\}$, am Ende der Krystalle ist vorherrschend $r\{10\bar{1}1\}$; Zwillinge nach $u\{10\bar{1}4\}$ kommen auch vor, oft sind an einem Kryställchen nach zwei oder drei Flächen von u Zwillingsindividuen angewachsen. Beobachtet wurden folgende Formen:

a	$\{11\bar{2}0\}$	$=\{101\}$
m	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$
r	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$
e	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$
p	$\{11\bar{2}3\}$	$\{201\}$
t	$\{21\bar{3}4\}$	$\{310\}$
g	$\{16\bar{7}1\}$	$\{32\bar{4}\}$

Boicza. Die kleinen Kryställchen sind von Quarz und Braunspat begleitet; ausgenommen die glänzenden Prismenflächen sind die übrigen mehr oder weniger angegriffen. Formen:

a	$\{11\bar{2}0\}$	$=\{101\}$	t	$\{21\bar{3}4\}$	$=\{310\}$
m	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	x'	$\{5.3.\bar{8}.16\}$	$\{830\}$
*	$\{9.2.\bar{1}\bar{1}.0\}$	$\{4.3.\bar{7}\}$	v	$\{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$
r	$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	Y	$\{7.4.\bar{1}\bar{1}.10\}$	$\{81\bar{3}\}$
u	$\{10\bar{1}4\}$	$\{211\}$	C	$\{11.4.\bar{1}5.10\}$	$\{12.1.\bar{3}\}$
e	$\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	q	$\{16\bar{7}1\}$	$\{32\bar{4}\}$
s	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$			

Am terminalen Ende der Kryställchen dominiert e, mit größeren Flächen sind noch entwickelt r, s, Y, C.

Für das neue Prisma wurde gemessen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$* : m = (9.2.\bar{1}\bar{1}.0) : (10\bar{1}0) =$	$9^0\,49\frac{1}{2}'$	$9^0\,51'$

An den Krystallen von Hodrusbánya, Selmeczbánya und Vihnye schwankte der Polkantenwinkel des Grundrhomboëders ziemlich und war selbst bei sehr guter Flächenbeschaffenheit stets kleiner als der allgemein angenommene, $71^0\,22'$.

Ref.: K. Zimányi.

17. K. Zimányi (in Budapest): **Neue Beiträge zur krystallographischen Kenntnis des Pyrarygrites von Nagybánya** (Annales histor.-natural. Musei Nation. Hungarici 1911, 9, 251—258 ungarisch, 259—262 deutsch. Mit 5 Textfiguren).

Im Abbaumittel am III. Horizont des Hauptganges des Kereszthegy wurde im Jahre 1908 sehr schöner, krystallisierter Pyrargyrit gefunden. Die Gangart ist ein mit Pyrit und Rotgiltigerz eingesprengter, dichter Quarz; die Begleitmineralien waren Pyrit, Tetraëdrit, Sphalerit, Quarz, Calcit, Dolomit und an einigen Stufen Miargyrit[1]). Die Ausbildung der kurzprismatischen Krystalle und der größte Teil der Formen waren die gleichen, wie es Toborffy[2]) beschrieb.

---

1) Siehe das folgende Referat.

2) Siehe das vorhergehende Referat.

Neben den kleinen (1—3 mm), glattflächigen Krystallen, finden sich auch große (2—4 cm), mit stark gerieften Flächen. Meistens ist nur das eine Ende der Krystalle gut ausgebildet, hingegen findet man am anderen selten vereinzelte Flächen; die dominierenden Formen der größeren Krystalle tragen nicht selten von Vicinalflächen begrenzte Vertiefungen. Meistens sind die Krystalle flächenreich, die einfachste Combination ist: *a*, *e*, *r*, *p*; an vier complicierteren Krystallen wurden folgende Formen festgestellt:

		1. Kr.	2. Kr.	3. Kr.	4. Kr.
$a\ \{11\bar{2}0\}$	$=\{10\bar{1}\}$	*	*	*	*
$m\ \{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	.	*	*	*
$r\ \{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	*	*	*	*
$e\ \{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	*	*	*	*
$p\ \{11\bar{2}3\}$	$\{201\}$	*	*	*	*
$u\ \{41\bar{5}3\}$	$\{40\bar{1}\}$	*	.	.	.
$*R\ \{52\bar{7}3\}$	$\{50\bar{2}\}$	*	.	.	.
$v\ \{21\bar{3}1\}$	$\{20\bar{1}\}$	*	*	*	*
$y\ \{32\bar{5}1\}$	$\{302\}$	*	.	*	.
$w\ \{31\bar{4}5\}$	$\{410\}$	.	*	.	.
$\varphi\ \{41\bar{5}6\}$	$\{510\}$	.	*	.	*
$\xi\ \{51\bar{6}7\}$	$\{610\}$	.	*	.	.
$\nu\ \{12\bar{3}5\}$	$\{320\}$	.	*	?	.
$\alpha\ \{25\bar{7}3\}$	$\{42\bar{3}\}$	*	*	.	.
$*O\ \{2.5.\bar{7}.12\}$	$\{750\}$	.	.	*	.
$d\ \{12\bar{3}2\}$	$\{21\bar{1}\}$	.	.	*	.
$q\ \{16\bar{7}1\}$	$\{32\bar{4}\}$	*	*	*	.

Die zwei neuen Skalenoëder $*R\{52\bar{7}3\}$ und $*O\{2.5.\bar{7}.12\}$ liegen in den Zonen $[a:e = 1\bar{1}\bar{1}]$ beziehungsweise $[r:e = \bar{1}\bar{2}1]$; gemessen wurde:

	Beobachtet:	Berechnet:
$R:a = (52\bar{7}3)\ :(11\bar{2}0)$	$= 30^0 28'—30^0 50'$	$30^0 50'$
$O:e\ \ (2.5.\bar{7}.12):(01\bar{1}2)$	$6\ 37—6\ 59$	$6\ 49\frac{1}{2}$

Die Flächen des herrschenden Prismas $a\{11\bar{2}0\}$ sind gewöhnlich nach den Kanten $[11\bar{2}0:10\bar{1}1]$ und $[11\bar{2}0:16\bar{7}1]$ gestreift; $m\{10\bar{1}0\}$ hat meistens schmale, glatte Flächen, an dem einen Krystall waren vier Flächen der Symmetrie der ditrigonalen-pyramidalen Klasse entsprechend entwickelt.

Das spec. Gewicht dieses ein wenig *As* enthaltenden Pyrargyrites ist 5,852.

In einer Tabelle stellte der Verf. sämtliche Formen der bis jetzt krystallographisch untersuchten ungarischen Pyrargyrite zusammen.

Ref.: K. Zimányi.

18. M. Löw (in Budapest): **Miargyrit von Nagybánya** (Földtani Közlöny 1910, **40**, 624—627 ungarisch, 674—677 deutsch. Mit zwei Textfiguren).

Die vom Verf. gesammelten Stufen stammen vom IV. Horizont der Silber- und Goldgrube des Kereszthegy bei Nagybánya. Die Krystallgruppen sind aus regellos zusammengewachsenen kleinen (bis zu 1 mm) Individuen gebildet, und sitzen auf pyrithaltigem grauem Gangquarz. Begleitmineralien sind Pyritkryställchen, derber Pyrargyrit, *Mn*-haltiger Calcit, Plumosit als sehr feine Fäden, und ein kleiner Tetraëdritkrystall.

An einem kleinen, nach der Basis dicktafeligen Myargyritkrystall waren mit drei dominierenden Zonen folgende Formen ausgebildet:

c $\{001\}$	$\beta\{013\}$
o $\{\bar{1}01\}$	$\omega\{011\}$
d $\{311\}$	$\varphi\{411\}$
s $\{211\}$	$A\{\bar{1}11\}$
g $\{\bar{3}13\}$	t $\{111\}$
p $\{\bar{6}16\}$	$\sigma\{\bar{2}11\}$
γ $\{\bar{4}14\}$	i $\{\bar{3}11\}$
χ $\{\bar{2}12\}$	x $\{\bar{1}22\}$
	$\pi\{\bar{5}15\}$

Ref.: K. Zimányi.

19. St. Tołłoczko (in Lemberg): **Über die Auflösungsgeschwindigkeit krystallographisch verschiedener Flächen des Gypses** (Bull. d. Krakauer Akad. d. Wiss. 6 A. 1910, 209—218).

Der Verf. untersucht die Lösungsgeschwindigkeit der Spaltfläche $\{010\}$ und der künstlich angeschliffenen Flächen von der Lage $\{110\}$ und $\{111\}$. Es wurde dabei auf Vergleichbarkeit der Untersuchungsbedingungen Gewicht gelegt, um möglichst vergleichbare Zahlen bei verschiedenen Experimenten zu erhalten. Die Untersuchungsmethode war dieselbe, wie in einer früheren Arbeit von L. Bruner und Tołłoczko (Ref. diese Zeitschr. 48, 524).

Um die Convectionsverhältnise möglichst reproducierbar zu machen, wurde ein cylindrischer Rührer benutzt und das Geschwindigkeitsgefälle $\left(\frac{v}{d}\right)$ der zwischen der Cylinderoberfläche und der Oberfläche des zu lösenden Körpers eingeschlossenen Lösung berücksichtigt. (d — die Entfernung des Cylindermantels von der Lösungsfläche). Die Berechnung der Experimente geschah nach einer Gleichung:

$$A = \frac{V}{\tau F} \cdot 2{,}303 \ \lg \frac{C}{C-c},$$

in welcher V = Volumen der Lösung in cm^3, τ = Zeit (in Stunden), F = Oberfläche in cm^2, c = die zur Zeit τ bestimmte Concentration von $CaSO_4$ pro 1 cm^3, C = Sättigungsconcentration des Gypses bei $25^0 = 2{,}594$ $CaSO_4$ in 1 l.

Aus den Versuchen ergaben sich folgende Schlüsse:

1. Die Auflösungsgeschwindigkeit ist für jede von den drei untersuchten Flächen des Gypses eine lineare Funktion des Geschwindigkeitsgefälles des die Fläche umspülenden Stromes.

2. Sie ist für krystallograph ungleichwertige Ebenen verschieden.

3. Die relative Auflösungsgeschwindigkeit der Flächen (010) (110) und (010) — $v_1 : v_2 : v_3$ ist für das untersuchte Intervall von der Rührgeschwindigkeit unabhängig:

$\frac{v}{d}$	$v_{(010)} : v_{(110)} : v_{(111)}$
95	1 : 1,80 : 1,94
120	1 : 1,73 : 1,83

Die verschiedene Lösungsgeschwindigkeit krystallographisch ungleichwertiger Flächen kann 1. durch ihre verschiedene Löslichkeit oder 2. dadurch erklärt werden, daß der Diffusionsweg an solchen Flächen verschieden ist.

Der Verf. stellte demnach Versuche an, um eventuell vorhandene Unterschiede in der Löslichkeit solcher Flächen am Gyps nachzuweisen. Es wurden zu diesem Zweck eine für {010} des Gypses gesättigte Lösung (bei 25,0° ± 0,1°) dargestellt. Ihre specifische Leitfähigkeit betrug $\varkappa = 0,002185$. Nun wurden vollkommene, durch verschiedene Flächen begrenzte Gypskrystalle in diese Lösung eingetaucht und in einen Ostwald'schen Thermostaten in langsam rotierender Bewegung durch zwei Monate gehalten. Von Zeit zu Zeit wurden die Centraldistanzen der Flächen, das Gewicht der Krystalle und die Leitfähigkeit der Lösung bestimmt. Es ergaben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Werte. Es bedeuten $\varkappa$ — die Leitfähigkeit der Lösung, m — das Gewicht des Krystalles (samt Platindraht), Δr — der Abstand der parallelen Flächen.

Datum	t^0	x	m	Δr (010)	(110)	(1$\bar{1}$0)
22. I.	25,15°	0,002185	0,7605	3,305	3,490	3,785
31. II.	24,05	0,002180	0,7604	3,305	3,490	3,780
9. IV.	24,495	0,00219	0,7600	3,300	4,490	3,785

Es ließ sich keine Änderung in der Centraldistanz der Flächen (010) (110) (1$\bar{1}$0) feststellen, was gegen die Annahme ihrer verschiedenen Löslichkeit spricht. Ähnliche Verhältnisse wurden auch an einem anderen Krystall beobachtet.

Die Unterschiede in der Auflösungsgeschwindigkeit verschiedener Flächen der Gypskrystalle werden also auf Grund dieser Experimente Unterschiede in der Diffusionsschicht zugeschrieben.

Ref.: St. Kreutz.

20. St. Tołłoczko und J. Tokarski (in Lemberg): **Über die Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten der Krystalle in bezug auf die Reversibilität dieser Vorgänge** (Bull. d. Krakauer Akad. d. Wiss., 6. A., 1910, 219—234).

Die Verf. geben eine Untersuchungsmethode an, welche gestattet, dieselben äußeren Bedingungen während des Wachstums und während der Auflösung einzelner Krystallflächen einzuhalten und so vergleichbare Bestimmungen zu machen. Die Methode entspricht im Prinzip der von L. Bruner und Tołłoczko angewandten (Ref. diese Zeitschr. 48, 524): in einem cylindrischen Gefäß rotiert ein hohler Cylinder aus Paraffin, in welchen Rahmen zum Einsetzen der orientierten Krystallplatten eingesenkt sind.

Als Untersuchungsobjekt wurde Kupfersulfat gewählt ($CuSO_4 . 5 H_2O$), wegen der niedrigen Symmetrie, der Fähigkeit übersättigte Lösungen zu bilden, des Mangels an Spaltbarkeit und der großen Krystallisationskraft.

Die unter möglichst gleichen Bedingungen ausgeführten Experimente ergaben für die Auflösungsgeschwindigkeiten der Flächen $m\{110\}$ und $\mu\{1\bar{1}0\}$ die Werte v_m und v_μ, für die Wachstumsgeschwindigkeit die Werte v'_m und v'_μ:

$$v_\mu = 0,0636 \qquad v_m = 0,0499$$
$$v'_\mu = 0,0648 \qquad v'_m = 0,0386 \text{ (im Mittel).}$$

Diese Werte wurden nach der üblichen Formel: $\frac{dx}{F . d\tau} = A(C - c)$ in Grammen von $CuSO_4 . 5 H_2O$, für 1 cm² Fläche (F) und 1 Stunde Zeitdauer $d\tau$ berechnet.

1. Die Auflösungs- und die Wachstumsgeschwindigkeiten sind folglich für die Flächen (110) und (1$\bar{1}$0) verschieden.

2. Das Verhältnis der Auflösungsgeschwindigkeiten $\frac{v_\mu}{v_m} = 1{,}27$ ist viel kleiner, als das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten dieser Flächen $\frac{v'_m}{v'_\mu} = 1{,}68$.

Dieses letztere Ergebnis erklärt sich durch Entstehung von Ätzfiguren während des Auflösungsvorganges (vgl. G. Wulff, diese Zeitschr. 1896, **26**, 529). Auf der Fläche μ sind keine Ätzfiguren zu beobachten, und hier stimmen auch die beiden Zahlen v_μ und v'_μ sehr gut miteinander überein, wodurch die Reversibilität der beiden Vorgänge erwiesen ist.

Die Verf. zeigen ferner, daß die beobachteten Unterschiede in dem Verhalten krystallographisch verschiedener Flächen sich durch Annahme einer verschiedenen Dicke s der Diffusionsschicht erklären läßt. In der Gleichung $\frac{dx}{dr} = A.F.(C-c)$ ist $A = \frac{\varkappa}{s}$ (wo A die Geschwindigkeitsconstante, $\varkappa$ — die Diffusionsconstante) bedeutet. Die Unterschiede in A ließen sich nach dieser Formel 1. durch Annahme der Concentrationsunterschiede der für verschiedene Flächen gesättigten Lösungen oder 2. durch Unterschiede der Werte s erklären.

Die Verf. zeigen nun durch einfache Erörterung, daß das Verhältnis der Geschwindigkeiten eines Vorganges unter der ersten Annahme umgekehrt ausfallen muß, wie für den entgegengesetzten Vorgang. Ist also $v_1 < v_2 < v_3$, so müßte dann $v'_1 > v'_2 > v'_3$ sein.

Nimmt man dagegen an, daß die beobachteten Unterschiede durch verschiedene Dicke der Diffusionsschicht bewirkt sind, so müßte im Falle, daß $v_1 > v_2 > v_3$ auch $v'_1 > v'_2 > v'_3$ sein, d. h. dieser Umstand würde beide Vorgänge, der Auflösung und des Wachstums, im gleichen Sinne beeinflussen.

Die von den Verff. für (1$\bar{1}$0) und (110) bestimmten Werte $\frac{v_1}{v_2} = 1{,}27$ und $\frac{v'_1}{v'_2} = 1{,}68$ sind mit der ersten Annahme unverträglich, und die Verfasser schreiben daher die Geschwindigkeitsunterschiede in erster Linie der an krystallographisch ungleichwertigen Flächen als verschieden anzunehmender Dicke s der Diffusionsschicht zu.

Ref.: St. Kreutz.

21. C. Zakrzewski (in Lemberg, früher in Krakau): **Über die Dispersion einiger Metalle im sichtbaren Spectrum** (Erste Mitteilung. Bull. der Akad. d. Wiss. in Krakau 1910, 77—89; zweite Mitteilung. Ebenda 116—125).

Um die Elemente der Elliptizität des von einem Metallspiegel reflectierten Strahlenbündels auch bei mittlerer Intensität des Lichtes zu bestimmen, benutzt der Verf. folgende Vorrichtung: Das homogene Licht wird nach Durchgang durch den Polarisator eines Polarisationsspectrometers vom Metallspiegel reflectiert und gelangt zu einer als Compensator benutzten drehbaren Glimmerplatte und schließlich zum Analysator. Die genaue Einstellung des Compensators auf die zu compensierende Lage wird mit Hilfe einer Halbschattenvorrichtung des vom Verf. construierten »elliptischen Analysators« erreicht. Diese Vorrichtung besteht hier

aus einer Quarzdoppelplatte, in deren beiden Teilen die Schwingungsrichtungen gekreuzt sind, welche mit dem Analysator, dessen Schwingungsrichtungen nur einen kleinen Winkel mit einer der Schwingungsrichtungen der Platte einschließen, fest verbunden ist. Der Phasenunterschied der Quarzplatte beträgt $\frac{\pi}{2}$.

Fällt nun elliptisch polarisiertes Licht ein, so tritt ein Halbschatten auf, welcher verschwindet, wenn die Elliptizität durch entsprechende Einstellung des Compensators aufgehoben ist; beide Hälften des Gesichtsfeldes erscheinen nun gleichmäßig beleuchtet.

Nach erfolgter Compensation wird noch das Azimut der nun linear polarisierten Welle mit Hilfe einer senkrecht zur Axe geschnittenen Rechts- und Linksquarzdoppelplatte bestimmt.

Aus den so gemessenen Größen lassen sich die Elemente der Elliptizität berechnen.

Zur Ausrechnung der optischen Constanten ν und x benutzt der Verf. die in der Optik von A. Schuster entwickelten Formeln, welche sich, mit ausreichender Annäherung, zweckmäßig vereinfachen lassen.

Nach dieser Methode wurden zunächst die optischen Constanten des Platins bestimmt: $\lambda = 589{,}6\ \mu\mu$, $\nu_0 = 2{,}07$, $\varkappa_0 = 4{,}40$ (nach Drude: $\nu_0 = 2{,}06$, $\varkappa = 4{,}26$). Der Verf. bestimmte ferner die Dispersion dieser Werte im sichtbaren Spectralbereich zwischen

$$\lambda = 439\ \mu\mu,\quad \nu_0 = 1{,}63,\quad \varkappa_0 = 3{,}40 \text{ und}$$
$$\lambda = 704,\quad \nu_0 = 2.43,\quad \varkappa_0 = 5{,}13.$$

Um die Untersuchung des optischen Verhaltens der reflectierten Lichtstrahlen auch an kleinen Platten durchführbar zu machen, verwendet der Verf. convergentes Licht und beobachtet nur den centralen Teil des Lichtbündels.

Die Vorrichtung besteht aus zwei Spectrometern, deren Axen einen genau bestimmten Winkel miteinander einschließen. Das aus dem Spectrometer austretende polarisierte Strahlenbündel entwirft auf der Metallplatte das Bild des Eintrittsspaltes, wird reflectiert, und gelangt zum zweiten Spectrometer, welcher mit einem Glimmercompensator und Analysator versehen ist.

Die Verwendbarkeit der Methode wurde experimentell durch Bestimmung der optischen Constanten des Kobalt geprüft. Es ergab sich $\lambda = 589{,}6\ \mu\mu$: $\nu_0 = 2{,}25$, $\varkappa_0 = 3{,}93$, während die genaue Messung die Werte: $\nu_0 = 2{,}17$ und $\varkappa = 3{,}94$ liefert.

An Spaltblättchen des Graphits aus Ceylon erhielt der Verf. bei dem Einfallswinkel $70\frac{1}{2}^0$ für

$\lambda = 439\ \mu\mu$	$\nu_0 = 2{,}93$	$\varkappa_0 = 1{,}68$
$\lambda = 589{,}6$	$\nu_0 = 3{,}04$	$\varkappa_0 = 1{,}82$
$\lambda = 684$	$\nu_0 = 3{,}12$	$\varkappa_0 = 1{,}90$

Ref.: St. Kreutz.

22. St. Loria und **C. Zakrzewski** (in Krakau): **Über die optischen Constanten einiger das magneto-optische Kerr-Phänomen aufweisenden Substanzen** (Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Krakau 1910, 278—286).

Die Verff. bestimmen die Dispersion der Brechungsindices und der Extinctionscoefficienten des Magnetits, des Kupriferrits und des »Invars«. St. Loria hat früher die Drehung der Polarisationsebene des linear polarisierten Lichtes

bei Reflexion von aus diesen Substanzen hergestellten, im Magnetfelde sich befindenden Spiegeln (das Kerr'sche Phänomen) näher untersucht.

Für diese Zeitschrift kommen vornehmlich die für Magnetit bestimmten Werte in Betracht. Die Dispersionskurve des Kerr-Effektes zeigt ein Maximum, einen Inversionspunkt, bei welchem sich der Drehungssinn ändert und wahrscheinlich auch ein Minimum. Von den Brechungsindices und Extinctionscoefficienten seien folgende angeführt: Magnetit.

λ	ν_0	$\varkappa_0$
439 $\mu\mu$	2,46	0,69
589,6	2,42	0,55
665,5	2,45	0,50

Ref.: St. Kreutz.

23. J. Niedzwiedzki (in Lemberg): **Neuere Aufschlüsse der Kalisalzlagerstätte in Kałusz** (Kosmos, Lemberg 1910, 35, 135—137).

Der Verf. beschreibt neuere Aufschlüsse in Kałusz, welche auf das seit 1890 abgebaute Kainitlager und die Sylvinitschichten neues Licht werfen. Besonders interessant ist die Mitteilung, daß im tiefsten Horizont der Grube (237—250 m) eine über 10 m mächtige Sylvinitschicht entdeckt wurde, welche der in höheren Horizonten angetroffenen concordant ist.

In Kałusz ist demnach der Vorrat an Sylvin viel größer, als es früher angenommen wurde.

Ref.: St. Kreutz.

24. Z. Weyberg (in Lemberg): **Wachstums-, Auflösungs- und Regenerationspolyëder des Kaliumaluminium- und Ammoniumaluminiumalauns in den wässerigen Lösungen von HCl und HNO_3** (Ebenda 487—494).

Der Verf. beabsichtigt krystallogenetische Untersuchungen in folgender Art auszuführen: 1. die Löslichkeit des untersuchten Körpers in der verschiedene Mengen des Lösungsgenossen enthaltender Mutterlauge zu bestimmen und 2. die Änderung der Form der sich aus Lösungen mit verschiedenem Gehalt an Lösungsgenossen ausscheidenden Krystalle zu beobachten.

Als Ergebnis bisheriger Versuche gibt der Verf. folgendes an: Der Zusatz von HCl beeinflußt die Krystallform erst bei einer Concentration: 6 g HCl in 100 g H_2O; an Alaunkrystallen erscheinen dann die Formen $\{211\}$ und $\{201\}$, während die in reiner Lösung gewachsenen Krystalle nur die Combination $\{111\}$, $\{110\}$, $\{100\}$ zeigen. Mit steigendem Gehalt an HCl werden die Flächen der Form $\{201\}$ breiter und, bei der Concentration 25 g HCl : 100 g H_2O verschwinden die Flächen der Form $\{110\}$ vollständig. Bei noch größerem Gehalt von HCl bilden sich Krystalle aus, welche nur durch Flächen der Formen $\{111\}$, $\{100\}$ und $\{201\}$ begrenzt sind. — Das Regenerationspolyëder zeigt — von der Concentration: 9,42 g HCl : 100 g H_2O an — die Combination: $\{111\}$, $\{100\}$, $\{211\}$, $\{221\}$. Die Form $\{201\}$ erscheint erst bei der Concentration 14 g HCl : 100 g H_2O.

Auch die Form der Ätzfiguren auf $\{111\}$ wird durch Zusatz von HCl zu der Lösung merklich beeinflußt, indem die Ätzhügel durch sechs Flächen begrenzt sind. Bis zu einer Concentration 9,42 g HCl : 100 g H_2O ist die Form der Ätzfiguren dieselbe wie in reiner Lösung.

Salpetersäure wirkt auf die Krystallform des Alauns als Lösungsgenosse in der Weise, daß die Rhombendodekaëderflächen verschwinden, dies aber erst bei einer Concentration von 35 g HNO_3 auf 100 g H_2O.

Ref.: St. Kreutz.

25. St. J. Thugutt (in Warschau): **Über die Einwirkung der organischen Farbstoffe und des Silbernitrates auf die Silikate** (Chemik. Pol. 1910, **10**, 309—327).

Da die Ansichten über das Verhalten der Silikate bei Behandlung mit Farbstofflösungen divergieren, hat der Verf. die diesbezüglichen Versuche wiederholt bzw. neue angestellt. Als Färbungsmittel wurden: Methylenblau, Kongorot und Fuchsin 5 benutzt. Der Verf. untersucht ferner die Wirkung der Silikate auf eine 10 %ige $AgNO_3$-Lösung; die Stellen des Präparates, an welchen die Reaction eingetreten ist, bedecken sich bei Behandlung mit K_2CrO_4 mit dem orangeroten Silberchromatniederschlag (Lemberg).

Das für verschiedene Silikate aus verschiedenen Vorkommen charakteristische Verhalten stellt der Verf. in einer 108 Nummern zählenden Tabelle zusammen.

Das Verhalten der Silikate den Farbstoffen und der Silbernitratlösung gegenüber, hat sich, wenn man von der Zeolithgruppe absieht, im allgemeinen analog erwiesen: wasserfreie, nicht zersetzte Silikate reagieren weder mit Farbstoffen, noch mit der Silbernitratlösung; zersetzte oder verwitterte Silikate bedecken sich mit farbigen Flecken; die Mineralien der Glimmer-, Nakrit- und Pyrophyllitgruppe verhielten sich ungleichmäßig; Epidot gab gar keine Reaction; stark färbten sich dagegen amorphe Thone.

Aus der Analogie der Wirkung der Silbernitratlösung und der Farbstoffe könnte man schließen, daß es sich auch im letzteren Fall um chemische Vorgänge handelt, doch hört die Analogie in der Zeolithgruppe auf.

Die »Chromatophilie« wird durch bei Rotglut stattgefundene Dehydratation im allgemeinen geschwächt.

Anwendung der farbigen Reactionen der Zeolithe zu diagnostischen Zwecken. Das eigenartige Verhalten der Zeolithe gestattet etwa 21 Mineralien der Zeolithgruppe auf einfache Weise auch bei mikroskopischen Dimensionen durch Färbungsversuche zu bestimmen.

Nach ihrem Verhalten bei Behandlung mit Methylenblau und Silbernitrat werden diese Mineralien in sechs Gruppen eingeteilt.

I. Zeolithe, welche im natürlichen Zustande weder mit $AgNO_3$, noch mit Methylenblau reagieren, welche sich aber nach Entwässerung mit Methylenblau färben: (Lawsonit), Analzim, Apophyllit, Edingtonit, Heulandit, Epistilbit, Skolezit.

II. Zeolithe, welche erst nach Entwässerung mit $AgNO_3$ und Methylenblau reagieren: Natrolith.

III. Zeolithe, welche im natürlichen Zustande mit $AgNO_3$, mit Methylenblau aber erst nach Vertreibung des Wassers reagieren: Faujasit, Desmin, Gmelinit.

IV. Mit $AgNO_3$ nur im natürlichen Zustande, mit Methylenblau im natürlichen und wasserfreien Zustande ist Laumontit reactionsfähig.

V. Zeolithe, welche mit $AgNO_3$ in beiden Zuständen, mit Methylenblau erst nach Entfernung des Wassergehaltes reagieren: Chabasit, Phillipsit, Phakolith, Herschelit, Harmotom.

VI. Zeolithe, welche mit beiden Substanzen sowohl im natürlichen Zustande, als auch entwässert reagieren: Gismondin, Thomsonit, Zeagonit, Levyn.

Durch die Intensität der Färbung und durch die Art des Reactionsverlaufes lassen sich auch die einzelnen Glieder dieser Gruppen voneinander unterscheiden. Diese Bestimmungsmethode wird vom Verf. an einigen Beispielen erläutert.

Ref.: St. Kreutz.

26. **Jos. Kratochvíl** (in Prag): **Die Mineralien der Umgebung von Čáslau** (40. Jahresbericht des naturforschenden Vereins »Klub přírodovědecký v Praze«, für das Jahr 1910, Prag; S. 35—38. Böhmisch).

Die älteren Angaben über die mineralogischen Fundorte des Eisengebirges brauchen einige Ergänzungen bzw. Korrekturen.

Die altbekannte Lokalität großer, im Biotitgneiße eingewachsener Almandine von Zbislav ist jetzt schon vollkommen verlassen; demgegenüber liefern die neuen Steinbrüche im Gneiße unweit von Zbislav, »na špýcharu«, große gelblichgrüne Apatitkörner, hübsche Granatkrystalle und Cyanit- sowie Turmalinsäulchen. Epidot, in teilweise krystallonomisch begrenzten Individuen, ist sehr häufig in den gepreßten Dioritamphiboliten der Umgebung von Žleby und Hostačov. In demselben Gesteine, in dem Žleber Tiergarten, traf man früher wasserhelle Analcimkrystalle und blaßgrüne nierenförmige an der Oberfläche drusig rauhe Prehnitkrusten, und recht große Magnetitnester.

Feinfaseriger Tremolith wurde im krystallinischen Kalk am Hügel »skalka« gefunden. Die besten Mineralienstufen lieferte der Steinbruch von Markovic: weiße, bis faustgroße, prachtvoll ausgebildete Analcimkrystalle. Sehr hübsche Natrolithkrystalle, nebst Prehnitkrusten und Klinozoisitstengeln, kommen bei Horky vor; die Sukzession der genannten Mineralien ist: Klinozoisit, Prehnit, Zeolite, Calcit. Anatas, als große Seltenheit, wurde in scharf ausgebildeten, schwarzen Krystallen an den Wänden der Zerklüftungen im Gneis unweit von Horky gefunden.

Beryll kommt vereinzelt in der Umgebung von Čáslau vor. Lange Turmalin- und vollkommene Granatkrystalle, sowie vereinzelt krystallisierter Apatit kommen im Granite der Umgebung von Golč-Jenikau vor; in der Ackererde sind recht häufig auch teilweise noch krystallonomisch begrenzte Rutile.

Aus der weiteren Umgebung können noch folgende Funde erwähnt werden: Rutil von Křenovic bei Ledeč, Cyanit von Ledeč; früher kamen ziemlich hübsche Fluoritstufen von Kožlé bei Ledeč vor.

Ältere Angaben führen zwei sehr reiche Mineralfundorte an: Dehetnik und Polanka, wo sich der Kalk am Contacte mit dem Granit findet; jedoch die ehemaligen Steinbrüche sind schon ganz verlassen, sodaß man nicht mehr imstande ist, die Literaturangaben zu controllieren.

Ref.: V. Rosický.

27. **B. Ježek** (in Prag): **Der heutige Stand der Moldavitfrage** (Ebenda S. 23—33. Böhmisch).

Nach einer historischen Übersicht der Moldavitfrage beschreibt der Verf. eine Glaskugel von Bohuslavic in Mähren, welche auf dem Felde gefunden wurde, und eine moldavitartige Oberflächenskulptur besitzt. Ihre Dimensionen sind 29×24 mm; Dichte $= 2,57$. Die Oberfläche ist von zahlreichen Vertiefungen und krummlinigen Rinnen durchgefurcht. Die Boden zahlreicher Vertiefungen irisieren ebenso, wie es bei den alten künstlichen Gläsern oft der Fall ist. Der Verf. hält diese Kugel für eine künstliche Glaskugel, deren Oberfläche durch chemische Corrosion angeätzt wurde. Für diese sprechen hier sowie überhaupt auch bei den Moldaviten die steilen Wände der Grübchen und scharfe Kanten der Graten und Kämme, welche mit der meteorischen Corrosion gar nicht vereinbar sind. Daß die Oberflächenbeschaffenheit der Moldavite wirklich der chemischen Corrosion ihren Ursprung verdankt, bewies der Verf. durch Versuch. Er ätzte die braun gefärbten Obsidiane aus Guamani in Ecuador mit verdünnter

Fluorsäure, und erzielte ganz vollkommen die typische Moldavitskulptur samt ihrem eigenartigen lackartigen Glanze. Es entstehen Ätzgrübchen sowie krumme Rinnen, welche mit der Unhomogenität des Glases in Verbindung stehen. Ebenso wie die Obsidiane verhalten sich bei der Ätzung auch die aus den böhmischen und mährischen Moldaviten ausgeschliffenen Kugeln. Durch diese Tatsache verliert die Theorie über den kosmischen Ursprung der Moldavite ihre starke Stütze; sie kann natürlich noch nicht für widerlegt gelten, da die Herkunft der Moldavite immer noch unaufgeklärt bleibt. Ref.: V. Rosický.

28. B. Ježek und **J. Woldřich** (in Prag): **Ein Beitrag zur Lösung der Tektitfrage** (»Rozpravy české Akademie« **19**, II. Cl., No. 30, 12 S. Prag 1910. Mit 1 Tafel. Böhmisch).

In dem ersten Teile gibt Woldřich eine kurze Charakteristik des Glasmeteorits Eichstädt's und der Kuttenberger Glaskugeln Weinschenk's an; die letzteren betrachtet er als Kunstprodukte. Im weiteren beschreibt er zwei Glaskörper aus Amerika; der eine stammt von Cali (Dep. Cauca in Columbien), der andere von Clifton (in Arizona) her. Diese beiden Körper haben die Structur und Oberflächenbeschaffenheit ganz ähnlich den typischen Moldaviten; dem Verf. nach sind es aber Obsidianstücke, die chemisch corrodiert wurden. Ihre Fluidalstructur hat die Entstehung von Rinnen und Furchen an der Oberfläche bedingt. Durch kritische Diskussion analoger Körper, die in der Literatur beschrieben wurden, kommt der Verf. zum Schluß, daß kein ernster Grund gegen die Auffassung der Tektite als vulkanische Auswürflinge spricht. Der Einwand, der nach ihm am wichtigsten ist, daß nämlich die Tektite sich oft recht weit von den tätigen oder geologisch jüngeren Vulkanen befinden, beseitigt er durch die Hypothese, daß die Tektite die einzigen Zeugen der untergegangenen kleinen Vulkanembryonen sein möchten. Mindestens an einzelne Tektitfundorte möchte man diese Erklärung anwenden; für böhmische und mährische Funde möchte sie allerdings schwerer Geltung haben.

Die Brechungsexponenten der Moldavite wurden schon mehrere Male gemessen und bestimmt: Von Verbeek durch den Polarisationswinkel, von Schwantke durch minimale Ablenkung in geschliffenen Prismen, von Becke und Stark durch die Vergleichsmethode.

Ježek hatte eine ganze Reihe von Brechungsexponenten der typischen Moldavite, der moldavitähnlichen natürlichen Gläser sowie der künstlichen zusammen mit den Moldaviten gefundenen oder ihnen ähnlichen Gläser gemessen. Die Bestimmungen wurden für drei Lichtfarben (*Li*, *Na*, *Tl*) am großen Totalrefractometer durchgeführt. Es handelte sich darum zu erfahren, wie große Differenzen die Moldavite in ihrem Brechungsindex aufweisen, bzw. ob man diese Werte als Kriterien zur Charakteristik der Moldavite benutzen könnte. Nebst dem wurde an den untersuchten Exemplaren die Dichte bestimmt. Hier sind die Resultate: (Siehe Tabelle S. 83—84.)

Während also die böhmischen und mährischen Moldavite in betreff ihrer Brechungsexponenten recht stabile Werte aufweisen ($n < 1{,}50$ *Na*), welche denselben der natürlichen Gläser recht nahe kommen, besitzen die künstlichen Gläser einen bedeutend höheren Brechungsexponent ($n = 1{,}51—1{,}57$ *Na*). Ähnlich ist es mit der Dichte. Dieselbe ist bei den böhmischen und mährischen Moldaviten niemals höher als 2,4 (bei den natürlichen Gläsern wurde sie höchstens zu 2,41 gemessen), während bei den künstlichen Gläsern die Dichte immer bedeutend höher als 2,4 ist (2,46—2,7).

Fundort	Dichte	Brechungsindex für		
		Li	*Na*	*Tl*
I. Tektite.				
1. Böhmische Moldavite.				
Radomilic, blaugrün	2,303	1,4764	1,4812	1,4850
Radomilic	2,304	1,4792	1,4812	1,4844
Prabsch	2.305	1,4769	1,4798	1,4824
Třebanic	2,309	1,4792	1,4812	1,4834
Elhenic	2,325	1,4820	1,4853	1,4880
Strp	2,326	1,4819	1,4841	1,4867
Malonic	2,333	1,4802	1,4834	1,4862
Budweis	2,338	1,4832	1,4858	1,4874
Schwarzenberger Hof	2,342	1,4839	1,4863	1,4889
Strýčic	2,352	1,4898	1,4920	1,4948
Slavč	2,355	1,4893	1,4920	1,4941
Francko'sche Ziegelei	2,536	1,4902	1,4930	1,4955
Chrašťan	2,359	1,4893	1,4917	1,4942
Neuhof	2,360	1,4939	1,4961	1,4989
Korosek	2,362	1,4899	1,4917	1,4944
Dechtern	2,364	1,4941	1,4956	1,4985
2. Mährische Moldavite.				
Terůvky	2,317	1,4846	1,4861	1,4889
Trebitsch	2,321	1,4866	1,4886	1,4917
Melkov	2,321	1,4900	1,4925	1,4946
Dalešic	2,323	1,4867	1,4890	1,4917
Dukovan	2,326	1,4826	1,4856	1,4880
Slavic	2,331	1,4866	1,4893	1,4917
Skrej	2,339	1,4853	1,4888	1,4912
Mohelno	2,346	1,4891	1,4901	1,4922
Křemelky	2,347	1,4853	1,4880	1,4907
Terůvky	2,348	1,4866	1,4897	1,4923
Skrej	2,354	1,4897	1,4917	1,4948
Krochoty	2,357	1,4900	1,4921	1,4952
3. Billitonit und Australit.				
Battu Tinggi, Dendang Billiton. Lichteres Glas	2,463	1,5103	1,5135	1,5168
Dunkles Glas		1,5160	1,5193	1,5227
Australien	2,386	1,4954	1,4981	1,5009
II. Natürliche Gläser.				
Guamani in Ecuador. Ein schwach rauchgrauer Obsidian	2,336	1,4836	1,4863	1,4891
Cali in Columbia. Obsidian mit Moldavitoberfläche	2,344	1,4829	1,4853	1,4886

Fundort	Dichte	Brechungsindex für		
		Li	*Na*	*Tl*
Papayan in Columbien. Rauchgrauer Obsidian	2,352	1,4826	1,4852	1,4879
Clifton in Arizona. Obsidian mit Moldavitoberfläche	2,355	1,4846	1,4871	1,4898
Sibirien. Marekanit	2,358	1,4852	1,4875	1,4904
Tokaj	2,379	1,4842	1,4863	1,4890
Marekanitähnliche Glaskugeln aus Nicaragua (?)	2,383	1,4843	1,4863	1,4891
Real del Monte in Mexiko. Gelbgrüner Obsidian	2,394	1,4883	1,4912	1,4938
Otumbo in Mexiko. Grünbraun durchscheinender Obsidian	2,402	1,4888	1,4917	1,4941
Grönland. Braun durchscheinender Obsidian	2,413	1,4933	1,4956	1,4975
III. Künstliche Gläser.				
Stradonic, Burgwall. Lichtgrüne Perle	2,462	1,5123	1,5150	1,5183
Vyşočan, Urnengrab. Grünblaues Glas	2,481	1,5116	1,5144	1,5178
Grünes Glas aus der Umgebung von Kuttenberg	2,491	1,5171	1,5214	1,5245
Třebícká, Urnengrab	2,507	1,5171	1,5198	1,5233
Krochoty. Lichtgrünes Glas mit Moldavitoberfläche	2,613	1,5411	1,5445	1,5478
Radomilic. Grünes Glas mit corrodierter Oberfläche	2,613	1,5411	1,5445	1,5478
Flaschenglas	2,619	1,5334	1,5363	1,5396
Nervi in Italien. Grünes Glasgerölle	2,644	1,5393	1,5422	1,5453
Untere Moldau. Gelbgrüne Kugel mit corrodierter Oberfläche	2,652	1,5556	1,5586	1,5624
Baltisches Meer. Grünes Glasgerölle	2,702	1,5727	1,5762	1,5799

Der Verf. schließt daraus, daß diejenigen Gläser, welche $n > 1,5$ und $D > 2,4$ haben, von künstlichem Ursprung sind, mögen sie an der Oberfläche eine Moldavitstructur haben oder nicht. Die Frage über die Genesis der Moldavite und Tektite muß jedoch bis jetzt für unentschieden gelten.

Ref.: V. Rosický.

29. A. Ondřej (in Prag): **Über Linarit von Broken Hill** (»Rozpravy české Akademie« **19**, II. Cl., No. 37, 8 S. Prag 1910).

Der Verf. hat insgesamt 8 Krystalle gemessen ($\frac{1}{2}$ bis 4 mm groß). Der Krystalltypus war zweierlei: die einen waren orthodiagonal gestreckt und säulenförmig, die anderen orthodiagonal gestreckt und dabei tafelig nach dem Orthopinakoid. Fast alle Krystalle waren Kontaktzwillinge nach $a(100)$, wobei die Zwillingsausbildung oft einem rhombischen Krystall ähnlich schien. Insgesamt wurden folgende Formen gefunden:

Buchst.	Mill.	Buchst.	Mill.
a	(100)	*t*	($\bar{5}$06)
b	(010)	*s*	($\bar{1}$01)
c	(001)	*x*	($\bar{3}$02)
M	(110)	*u*	($\bar{2}$01)
l	(210)	**J*	(111)
y	(101)	*k*	(211)
o	($\bar{2}$03)	**φ*	(311)

J und *φ* sind für Linarit neu. Der Verf. führt auch die Form (211) als neu und bezeichnet sie mit dem Buchstaben *f*. Wie nachträglich Slavík corrigiert hat, wurde diese Form schon früher von Eakle entdeckt und als *k* bezeichnet. Für seine neue Form (111) hat der Verf. den Buchstaben *i* gewählt, während nach der Correctur von Slavík sie besser *J* heißen soll, da *i* von Eakle für eine andere Form schon benutzt wurde.

Die Formen *a*, *c*, *M* sind an den Krystallen herrschend.

Die neue Form *J* (*i* Ondřej's) wurde auf 3 Krystallen entwickelt mit kleinen jedoch ziemlich guten Flächen:

		gem.		ber.
(*i*) *J* (111) : *a*(100)	= 60° 46′	gem.,	(2 Kanten)	61° 02′ ber.
: *c*(001)	40 01½	»	(3 »)	40 17 »
: *M*(110)	43 02	»	(2 »)	43 18 »
: *J*(101)	34 06	»	(2 »)	33 57 »

φ (311) war recht häufig, teilweise mit kleinen, jedoch sehr guten Flächen vertreten; wenn diese Form größer war, hatte sie etwas gewölbte Flächen:

		gem.		ber.
φ (311) : *a*(100)	= 37° 17½′	gem.,	(9 Kanten)	37° 14′ ber.
: *c*(001)	51 10	»	(3 »)	51 04⅓ »
: *M*(110)	42 20½	»	(4 »)	42 16½ »
: *J*(111)	23 30	»	(4 »)	23 47½ »
: *s*($\bar{1}$01)	76 15	»	(1 »)	76 04 »

k (211) Eakle's (*f* Ondřej's) wurde an 3 Krystallen gefunden mit kleinen, sehr guten Flächen; immer war sie auf den betreffenden Krystallindividuen die einzige Pyramide:

		gem.		ber.
(*f*) *k* (211) : *a*(100)	= 46° 50⅓′	gem.,	(5 Kanten)	46° 56′ ber.
: *c*(001)	45 50	»	(2 »)	45 45 »
: *M*(110)	41 22	»	(4 »)	41 21⅓ »

Folgende bemerkenswerte Combinationen wurden sichergestellt:

1. *a*, *c*, *M*, *s*, *φ*
2. *a*, *b*, *c*, *M*, *k*
3. *a*, *c*, *M*, *t*, *J*, *φ*
4. *a*, *c*, *M*, *y*, *J*, *φ*
5. *a*, *c*, *M*, *s*, *u*, *J*, *φ*
6. *a*, *c*, *M*, *l*, *s*, *t*, *u*, *k*
7. *a*, *c*, *M*, *s*, *t*, *o*, *u*, *k*
8. *a*, *c*, *M*, *l*, *y*, *o*, *t*, *s*, *x*, *u*, *k*.

Zur Berechnung sind die von Kokscharow aufgestellten Elemente benutzt worden:

$$a : b : c = 1{,}71612 : 1 : 0{,}82962.$$
$$\beta = 102^\circ\, 37'\, 20''.$$

Zum Ende stellt der Verf. alle bis jetzt bekannten Linaritformen in einer Tabelle mit Angabe des Fundortes, Autors und Jahres zusammen. Die Tabelle ist durch die stereographische Gesamtprojection zweckmäßig ergänzt.

Ref.: V. Rosický.

30. A. Hofmann (in Prag) und **Fr. Slavík** (in Prag): **Über Dürrerze von Příbram** (»Rozpravy české Akademie« **19**, II. Cl., No. 27, 36 S., mit 2 Taf., Prag 1910).

Noch unlängst wurden die sogen. »Dürrerze« in Příbram fast vernachlässigt, während sie heute der wichtigste Gegenstand des Bergbaues sind. Unter dem Namen »Dürrerz« versteht man eine Gangausfüllung, die aus Quarz, Schiefer, Kalkspat und Siderit besteht und viele Erze wie Galenit, Pyrargyrit, gediegenes Silber, Stephanit, Tetraëdrit und Antimon gewöhnlich in recht feinkörniger Form enthalten. Die Zusammensetzung der Dürrerze variiert natürlich sehr von einer Stelle zur anderen. Ihre Wichtigkeit für den Bergbau beweist gut folgende Tabelle, die das Verhältnis des gewonnenen Galenits und der Dürrerze angibt (Auszug aus der Tabelle im Original):

Jahr	Bleierze		Dürrerze		Inhalt der Dürrerze	
	q	% d. Gesamtproduktion	q	% d. Gesamtproduktion	*Ag*-%	*Pb*-%
1885	112 201,39	82,43	23 912,23	17,57	0,212	17,16
1890	106 148,47	75,—	35 387,69	25,—	0,208	10,95
1895	88 851,39	48,70	93 586,14	51,30	0,146	11,28
1900	68 357,40	32,40	142 650,20	67,60	0,145	13,88
1905	59 321,974	27,10	159 577,72	72,90	0,1457	15,32
1909	38 309,51	18,44	196 438,74	81,56	0,166	17,28

Durch die mikroskopische und chemische Erforschung wurden im Dürrerze folgende Mineralien sichergestellt: Galenit, »Boulangerit«, Sphalerit, Pyrit, Arsenopyrit, Chalkopyrit, Tetraëdrit, Diaphorit, Pyrargyrit; Kassiterit, Hämatit, Quarz, Siderit, Dolomit, Calcit, chloritartiges Mineral.

Galenit: Selten mit krystallographischer Begrenzung, ({100}, {111}). Auch stengelig, gewöhnlich aber feinkörnig als Zwischenmasse zwischen den Quarzindividuen.

»Boulangerit«. Die sogen. »Federerze« und »Zundererze« sind nach den früheren Forschern teilweise Jamesonit, teilweise Boulangerit. Die untersuchten mikroskopischen Aggregate sind immer biegsam, sie gehören also wahrscheinlich dem Boulangerit an. Die Individuen sind eisenschwarz, verlängert und gestreift parallel der Verticale; manchmal besitzen sie auch die Terminalflächen. Oft bilden sie ein filzartiges Gewebe oder eine auch unter dem Mikroskop einheitlich aussehende Masse. Im Quarz sind die Boulangeritindividuen oft zonar (nach den Prismen- und Rhomboëderflächen des Quarzes) angeordnet. Gewöhnlich ist aber der Boulangerit im Siderit angehäuft.

Sphalerit ist oft krystallonomisch (110) ausgebildet. Derber Sphalerit ist gewöhnlich körnig, selten radial-stengelig und Wurtzit-ähnlich (jedoch ohne

Doppelbrechung und Pleochroismus). Die Farbe ist verschieden, sehr oft wechselt sie in scharf gegeneinander abgegrenzten Zonen, ein andermal gehen die einzelnen Farben langsam ineinander. Optische Anomalien wurden nicht beobachtet.

Pyrit ist oft in Krystallen ausgebildet ({100}, {210}, {111} und Kombinationen der letzteren Formen), daneben auch feinkörnig und dicht.

Arsenopyrit ist fast immer idiomorph, in einfachen Individuen sowie verzwillingt; im letzteren Falle wurden Zwillinge sowie Drillinge beobachtet. Ein andermal ist er feinkörnig bis fast dicht. Manchmal ist Arsenkies unter den Sulphiden herrschend.

Chalkopyrit ist immer derb, feinkörnig bis dicht, oft mit Tetraëdrit innig verwachsen. Diese beiden Gemengteile sind nicht häufig.

Tetraëdrit wurde immer nur derb beobachtet. Außer mit Chalkopyrit ist er oft auch mit Galenit, Sphalerit und Pyrit verwachsen. Ziemlich häufig ist Tetraëdrit in den mittel- bis grobkörnigen Sideritpartien anwesend.

Pyrargyrit ist ein sehr seltener Gemengteil der Dürrerze. Er tritt nur in unkrystallonomischen Körnern auf, verwachsen mit Galenit, sowie in diesen eingewachsen. Auf den Spaltrissen beobachtet man secundäre Pyrargyritkrusten. Die Verf. korrigieren die älteren Angaben, nach welchen Proustit in Přibram viel häufiger sein soll als Pyrargyrit. Demgegenüber konnten die Verf. sicherstellen, daß das Umgekehrte recht ist, wie überhaupt bei Přibram die Antimonerze viel häufiger sind als die Arsenerze.

Diaphorit bildet im Dürrerze vertical geriefte, nach einem Flächenpaare tafelig abgeplattete Krystalle. Man kann sie durch Abätzen mit Flußsäure losmachen und an ihnen auch die Polausbildung beobachten. Es sind hier einfache Individuen sowie Zwillinge und Drillinge. Es ist möglich, daß in den Stengeln des sogen. Boulangerit's auch etwas vom Diaphorit versteckt ist.

Hämatit bildet metallisch glänzende, schwarze Täfelchen und ist mit dem größtenteils jüngeren Pyrit vergesellschaftet.

Kassiterit ist ein für Přibram neues und in den Dürrerzen gar nicht seltenes Mineral. Er kommt in gut ausgebildeten Krystallen vor mit der Kombination (110) (111). Die einfachen Individuen sind häufiger als (gesetzmäßige?) Verwachsungen. Alle morphologische Eigenschaften (hohe Lichtbrechung und Doppelbrechung, welche positiv ist; einaxiges Interferenzbild, merklicher Pleochroismus: $\omega =$ gelb, $\varepsilon =$ kaffeebraun) sowie die chemischen Eigenschaften beweisen, daß das Mineral wirklich Kassiterit ist. Die Krystalle zeigen sehr oft einen zonaren Aufbau sehr gut ausgebildet.

Quarz ist in den Dürrerzen größtenteils mit recht idiomorphen Individuen anwesend. Die Längsschnitte verraten manchmal die prismatisch-rhomboëdrische Ausbildung, oft aber sind sie auch linsenförmig. Der Quarz enthält viele Einschlüsse von Erzen (Boulangerit, Galenit); manche Krystalle haben einen complicierten Bau und löschen undulös aus, während andere sowie der allotriomorphe und teilweise secundäre Quarz ganz normal sind.

Siderit ist nach dem Quarze der häufigste Gemengteil der Dürrerze; er ist nur teilweise idiomorph $(10\bar{1}1)$, gewöhnlich ist er allotriomorph. Viele Boulangerit- sowie auch Galeniteinschlüsse bedingen makroskopisch seine dunkelgraue bis schwarze Farbe.

Dolomit und Calcit kommen selten vor.

Chloritisches Mineral ist auch ein seltener Gemengteil einiger Gänge. Es bildet hellgrüne, schwach pleochroitische Sphärokrystalle mit anomalen Interferenzfarben. Es scheint, daß dieses chloritische Mineral durch Zersetzung der Diabasbruchstücke entstanden ist.

In den Dürrerzen befinden sich also aus der paragenetischen Reihe, wie sie Reuß, Babánek und Hofmann angeben, die fünf ersten, ältesten Glieder: Sphalerit I, Galenit I, Quarz I, Siderit, ältere Sulfide (+ Uranin und Teile des Dolomites). Die Übereinstimmung der Dürrerze und der älteren Teile der Erzgänge ist auch in den Einzelheiten ganz vollkommen. Am interessantesten ist aber vom theoretischen Standpunkte die Anwesenheit von Kassiterit, welches von neuem die Beziehungen der Příbramer und Zinnererzgänge beweist. Ob dieser Fund auch praktische Wichtigkeit haben wird, muß jetzt noch unentschieden bleiben.

Was die Structur der Dürrerze betrifft, kann man sagen, daß alle die Gemengteile gleichzeitig entstanden sind, sonst ist aber in den Einzelheiten der Ausbildung die größte Mannigfaltigkeit. Die zonare Gangstructur ist beim Dürrerze selten, hie und da kann man die Breccienstructur beobachten. Um die Verteilung der einzelnen Gemengteile der Dürrerze an verschiedenen Gängen und in verschiedenen Horizonten festzustellen, untersuchten die Verf. mikroskopisch insgesamt 147 Proben, die von verschiedenen Gängen und aus verschiedener Tiefe herstammten. Es wurden untersucht:

Vom	Adalbert-Haupt-Gange	40	Proben
»	Adalbert-Liegend-Gange	13	»
»	Fundgruben-Gange	15	»
»	Widersinnigen Gange	11	»
»	Eusebi-Gange	42	»
»	Francisci-Gange	3	»
»	Wenzel-Gange	6	»
»	Carolinen-Gange	12	»
»	Ševčiner Gange	3	»
»	Nordwestlichen Gange	2	»

Die Resultate der Untersuchung sind: Das allerhäufigste Erz der Dürrerze ist Galenit, dann folgt Boulangerit, Sphalerit, Pyrit bzw. Arsenopyrit. Nur stellenweise überwiegen die Kupfererze: Tetraëdrit und Chalkopyrit. Die Verteilung der Erze in den Gängen ist unregelmäßig; der Erzgehalt der Dürrerze ist unabhängig von der Tiefe, und an verschiedenen Gängen haben dieselben im großen und ganzen gleiche Charaktere. Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen haben die Verf. in einer Tabelle zusammengestellt, in welcher für jede Probe Horizont und genaue Ortsbestimmung, Gemengteile, Dichte und Metallinhalt (namentlich von Pb, Ag, dann Verhältnis $Pb:Ag$) angegeben sind. Die letztgenannten Ziffern wurden von der Bergdirektion zu Příbram gewonnen. Auf Grund aller Daten kann man schließen:

Das Silber der Dürrerze ist teilweise an den dominierenden Galenit, teilweise an Diaphorit und Tetraëdrit gebunden; von untergeordneter Bedeutung ist der Pyrargyrit.

Ref.: V. Rosický.

31. K. Vrba: Ein neuer Fund des Meteoreisens (»Věstník české Akademie«, 29, No. 5, Prag 1910, S. 265).

Am Ende des Jahres 1909 wurde in Westböhmen ein neues Meteoreisen, von 2629 g Gewicht, gefunden. Dasselbe ist keilförmig, von beiden Seiten tief in Limonit umgewandelt, während die dritte Seite eine nur wenig oxydierte Bruchfläche ist. Vermutlich handelt es sich um einen Teil eines größeren, vom Pfluge zerbrochenen Meteoriten. Die für Meteoriten charakteristische Oberflächensculptur ist erkennbar, jedoch der starken Umwandlung wegen nicht so deutlich, wie an den bald nach dem Falle gefundenen Stücken. An der, beiläufig der Flächen (11.11.5) parallelen Schnittfläche treten sehr gut ausgebildete Widmannstätten'schen Figuren mit ungewöhnlich langen Reichenbach'schen Lamellen. Die Kamazitlamellen erreichen 0,5—1 mm Breite; Tänit umgibt dieselben als dünne Hülle und durchdringt den Plessit in der Form von feinen netzartigen oder kammerartigen Bildungen. Manche Plessite sind, wie es scheint, recht porös und sehr leicht schon von der 5%igen Salpetersäure angreifbar, während andere viel schwerer löslich sind. Die Reichenbach'schen Lamellen sind bis 3 cm lang und von Schreibersit begleitet, welcher sehr oft an den Enden der Lamellen sitzt. Außerdem ist der Troilit in Knollen, manchmal von beträchtlicher Größe, vorhanden; dieselben sind von der drusigen Schreibersitkruste umgeben. Schreibersit kommt auch selbständig in breiten, lappig begrenzten Kamazitlamellen vor; er ist auskrystallisiert, lamellenartig, sowie als »Rhabdit« in nadelförmigen, manchmal hohlen und gabelartig beendigten Individuen ausgebildet.

Ref.: V. Rosický.

32. C. Doelter (in Wien): **Die Elektrizitätsleitung in Krystallen bei hohen Temperaturen** (Sitzungsb. d. k. Akademie d. Wiss. in Wien 1910, **109**, 49—111; mit 18 Textfiguren).

Die Frage, ob in den verschiedenen Oxyden, Sulfiden, Salzen in festem Zustande Elektronen- oder Jonenleitung stattfinde, ist noch strittig und kann nur von Fall zu Fall entschieden werden. Von den verschiedenen Merkmalen, welche diese beiden Arten von Elektrizitätsbewegung charakterisieren, wird neben der Form der Temperaturkurve namentlich das Auftreten eines Polarisationsstromes bei der Jonenleitung als Kriterium herangezogen. An Platten der zu untersuchenden Minerale werden zwei Elektroden angepreßt und bei steigender Temperatur jeweils der Widerstand gemessen; ferner wird von Zeit zu Zeit ein Ladestrom 5′ lang durch die Platte geschickt, dann der primäre Stromkreis geöffnet und im Nebenschluß durch ein sehr genaues Galvanometer entladen; nach Abzug des Thermostromes erhält man so den Polarisationsstrom.

Allgemein ergibt sich, daß bei Mineralen sowohl Jonen- wie Elektronenleitung vorkommen, in einzelnen Fällen beide, wobei dann in der Nähe des Schmelzpunktes die Jonenleitung hervortritt.

Der Autor bestimmte 1. Krystalle, bei denen keine Polarisation auftritt und die Leitfähigkeit mit der Temperatur zunimmt: Rutil, Zinnstein, Chrysoberyll, vielleicht Wolframit. 2. Solche, die bei sehr hoher Temperatur geringe Polarisation zeigen: Adular, Albit. 3. Solche, die bei höheren Temperaturen deutliche Polarisation zeigen: Baryt, Saphir, Topas. Quarz nimmt eine Ausnahmestellung ein. Bei allen diesen Mineralen nimmt der Widerstand mit der Temperatur ab. Speciell bei Silikaten ist der Polarisationsstrom im allgemeinen klein, was mit deren großer Viscosität auch im flüssigen Zustande zusammenhängt.

Albit nimmt eine Ausnahmestellung ein, er zeigt gute Leitfähigkeit in der Nähe des Schmelzpunktes und im viscosen Zustande der Schmelze.

Umgekehrt kann es (bei Metallen, Sulfiden, Sulfosalzen) auch im flüssigen Zustande Elektronenleitung geben.

Unregelmäßige Erscheinungen beim Quarze sind auf Flüssigkeitseinschlüsse zurückzuführen.

Auf Grund der gesamten bisherigen Literatur unterscheidet der Verf.:

A. Minerale, die sowohl bei gewöhnlicher als auch bei hoher Temperatur nur Elektronenleitung zeigen: Bleiglanz, Eisenglanz, Antimonglanz, Titaneisen, Magnetit, Pyrit.

B. Minerale, die bei gewöhnlicher Temperatur Isolatoren sind, bei geringer Temperaturerhöhung metallisch leiten: Zinkblende, Molybdänglanz, Pyrit, Fahlerz, Antimonglanz.

C. Körper, die jedenfalls metallische Leitung zeigen, daneben bei höherer Temperatur auch elektrolytische: Zinnstein, Chrysoberyll, Rutil, Quarz (?). Polarisationsstrom ist nicht oder kaum nachweisbar.

D. Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur Isolatoren, bei hohen Temperaturen gute elektrolytische Leiter sind (deutliche Polarisation). Hierher gehören Chloride, Jodide, Baryt, Silikate, wie Albit, Topas usw., Saphir.

Bei polymorphen Stoffen hat die bei höherer Temperatur stabile Form die größte Leitfähigkeit.

Bei festen Elektrolyten wandern die Kationen, die Anionen mögen im Raumgitter festgelegt sein. Bei metallischen Leitern wandern natürlich negative Elektronen, der positive Moment soll wieder im Raumgitter festgelegt sein.

Ref.: A. Himmelbauer.

33. A. Himmelbauer (in Wien): **Zur Kenntnis der Skapolithgruppe** (Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. in Wien 1910, **109**, 115—179; mit 8 Textfiguren).

An mehreren Gliedern der Skapolithreihe wurden krystallographische, physikalische und chemische Untersuchungen zum Studium des Verhaltens isomorpher Mischungen gemacht. Als Material wurde verwendet: Skapolith von Malsjö, Arendal und Gouverneur (Analysen von Sipöcz), Mejonit vom Vesuv mit 41,42 % SiO_2, Skapolith von Grass Lake mit SiO_2 47,30, Al_2O_3 25,99, Fe_2O_3 0,32, CaO 17,34, MgO 0,15 (Alkalien hier sowie bei den weiteren Analysen nicht bestimmt), Skapolith von Bolton mit SiO_2 47,09, Al_2O_3 25,39, Fe_2O_3 0,10, CaO 16,62, MgO 0,20, Skapolith von Gulsjö (Schweden) mit SiO_2 51,09, Al_2O_3 23,86, Fe_2O_3 0,16, CaO 12,40, MgO 0,02, Couseranit von Ariège mit SiO_2 56,67, Al_2O_3 19,47, Fe_2O_3 0,20, CaO 7,08, MgO 0,23 und Marialith von Pianura mit SiO_2 59,29, Al_2O_3 22,66, CaO 2,74.

Dichte:	Malsjö	2,675	(20° C)	Gulsjö	2,6684	(20° C)
	Arendal	2,676	21	Bolton	2,7362	20
	Gouverneur	2,660	20	Ariège	2,6252	20
	Grass Lake	2,7130	20			

Eine Zusammenstellung aller Dichtebestimmungen an Skapolithen liefert kein klares Bild, doch läßt sich auf Grund der neueren Daten eine annähernd continuierliche Reihenanordnung im Zusammenhange mit der chemischen Zusammensetzung erkennen; für die reinen Endglieder werden die Werte 2,815 (für Mejonit) und 2,560 (für Marialith) errechnet.

Krystallographisch wurden der Mejonit vom Vesuv, der Skapolith von Grass Lake, Arendal (andere Werte, als sie Schuster erhalten hatte) und der Marialith von Pianura gemessen:

Mejonit Vesuv	$a:c = 1:0,4394$	($4\,^0/_0$ *Ma*)
Sk. Grass Lake	$1:0,4407$	31
Sk. Arendal	$1:0,4410$	54
Marialith Pianura	$1:0,4460$	85

Unter Berücksichtigung der älteren Angaben wird

für reinen Mejonit	$a:c = 1:0,4392$	$\chi = 8,974$	$\omega = 3,941$
» » Marialith	$1:0,4456$	$9,067$	$4,040$

berechnet.

Die Brechungsquotienten, die zur Bestimmung der Skapolithe in Dünnschliffen vor allem in Frage kommen, wurden genau untersucht (für 6 Farben); dabei wurde bei einem Mejonitkrystall eine Zonarstructur beobachtet. Es seien hier nur die Brechungsquotienten für $\lambda = 600$ (gelb) mitgeteilt, bezüglich der anderen Werte muß auf das Original verwiesen werden:

		ω	ε	$\omega - \varepsilon$
Mejonit Vesuv 1.	($4\,^0/_0$ *Ma*)	1,58526	1,55436	0,03090
» 2. Kern		1,58968	1,55638	0,03330
» Hülle		1,58417	1,55419	0,02998
Sk. Grass Lake	31	1,58284	1,55120	0,03164
Sk. Bolton	32	1,58534	1,55641	0,02893
Sk. Arendal	54	1,56645	1,54642	0,02003
Sk. Gouverneur 1.	55	1,55942	1,54369	0,01573
» » 2.		1,56062	1,54402	0,01660
Couseranit, Ariège	72	1,55536	1,54288	0,01248
Marialith, Pianura	85	1,54630	1,53949	0,00681
Für reinen Mejonit		1,5965	1,5570	0,0395
» » Marialith		1,5395	1,5375	0,0020

berechnet.

Die Fehler, die sich durch schlechte Orientierung der Prismen ergeben, wurden berechnet; im allgemeinen beeinflußten sie die vierte Decimalstelle nicht mehr. Die Schmelzpunkte wurden nach der optischen Methode von C. Doelter bestimmt. Mejonit 1138°, Sk. Grass Lake 1125°, Sk. Arendal 1150°, Sk. Gouverneur 1128°, Couseranit 1143°, Marialith 1088°.

Endlich wurden nach der Tschermak'schen Methode die Kieselsäuren bei einzelnen Skapolithen abgeschieden. Für Mejonit ergiebt sich eine Polymere der Metakieselsäure, wahrscheinlich $Si_6H_{12}O_{18}$, für Marialith wird eine Säure $Si_9H_{10}O_{23}$ berechnet. Als einfachste Konstitutionsformel (Doppelsalzformel) für Mejonit und Marialith wird aufgeschrieben:

Mejonit $2\ Si_2Al_2CaO_8 + Si_2Al_2Ca_2O_9$
Marialith $2\ Si_3AlNaO_8 + Si_3AlNa_2ClO_8$.

Autorreferat.

34. C. Doelter und **H. Sirk** (in Wien): **Beitrag zur Radioaktivität der Minerale** (I. Mitteilung) (Sitzungsber. d. k. Akademie der Wiss. in Wien 1910, **109**, 181—190).

Mittels der von Meyer und Schweidler angegebenen Methode (Beschleunigung der Entladung eines geladenen Elektroskops, wenn die zu prüfende Substanz mit dem geladenen Teil in Berührung gebracht wird und Messung dieser Beschleunigung) wurden mehrere Minerale auf Aktivität geprüft. Von Zirkonen waren die grünen, reinen aktiv, nicht aber die reinen roten und braunen; undurchsichtige braune waren wieder aktiv. Monazit dürfte durch Beimengung von Thorit radioaktiv sein; Rutil, Zinnstein, Baryt erwiesen sich als inaktiv, dagegen zeigte wieder Stinkflußspat von Wölsendorf eine Aktivität.

Ref.: A. Himmelbauer.

35. S. Hillebrand (in Wien): **Über die chemische Constitution der Sodalith- und Nephelingruppe** (Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse, 1910, **109**, 775—806).

Auf Grund der Tschermak'schen Methode der Zerlegung von Silikaten und Bestimmung der entsprechenden Kieselsäuren wurde festgestellt, daß die Minerale der Sodalithgruppe das Verhalten von Orthosilikaten zeigen. Die aus dem Sodalith vom Baikalsee dargestellte Kieselsäure ergab einen Wassergehalt von 37,96 und 37,24% (H_4SiO_4 entspricht 37,40). Die Minerale erscheinen als Verbindungen des Silikates $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ mit $NaCl$, Na_2SO_4, $CaSO_4$ und wahrscheinlich Na_2S_3; die Bindung wird als durch Nebenvalenzen bedingt angenommen (weniger wahrscheinlich ist die zweite Möglichkeit, daß diese Bindung durch eine Valenz des Al-Atomes herbeigeführt werde).

Nephelin und Elaeolith verhalten sich mit dem größten Teile ihrer Substanz wie Orthosilikate. So ergab der Nephelin von Miass eine Kieselsäure mit 37,34% bzw. 36,38% H_2O, der Elaeolith von Mariapol eine solche mit 35,40% H_2O. Es wird daher angenommen, daß die herrschende Verbindung in dem Minerale die Zusammensetzung $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ habe, der noch eine analog zusammengesetzte Kalium- und eine isomorphe Calciumverbindung beigemischt sei ($Si_3O_{12}Al_3K_3$, $Si_3O_{12}Al_3CaNa$); dazu komme noch eine Kaliumverbindung mit etwas höherem Kieselsäuregehalt, $Si_4O_{12}Al_2K_2$.

Nephelin und Eläolith zeigen nun (auf Grund der kritisch ausgewählten Analysen) ein verschiedenes Verhalten:

Der Nephelin vom Vesuv stellt eine isomorphe Mischung dreier Molekularverbindungen dar:

$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \quad Si_3O_{12}Al_3K_3 = Si_9\,O_{36}Al_9Na_6K_3$$
$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \quad Si_3O_{12}Al_3CaNa = Si_9\,O_{36}Al_9Na_7Ca$$
$$2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3 \quad Si_4O_{12}Al_2K_2 = Si_{10}O_{36}Al_8Na_6K_2$$

Für die in Gesteinen vorkommenden Eläolithe ergibt sich ein beträchtlicher Überschuß des Na-haltigen Silikates, es muß daher zu den bestehenden Molekularverbindungen noch eine vierte $2\,Si_3O_{12}Al_3Na_3$, $Si_3O_{12}Al_3Na_3$ hinzutreten.

Schließlich werden noch die Umwandlungserscheinungen beim Nephelin und Sodalith mit der Annahme der Constitution dieser Silikate in Beziehung gebracht.

Ref.: A. Himmelbauer.

36. H. Molisch (in Wien): **Über die Fällung des Eisens durch das Licht und grüne Wasserpflanzen** (Ebenda, 959—983; mit 1 Tafel).

Diese zunächst botanische Arbeit hat auch für die Mineralogie Bedeutung, weil sie über die Rolle, welche submerse grüne Wasserpflanzen bei der Bildung

von Raseneisenerz spielen, Aufklärung verschafft. Der Verf. constatierte zunächst, daß Licht aus manchen verdünnten Eisensalzlösungen (z. B. zitronensaurem Eisenammon) eine Eisenverbindung fällt, ferner, daß sich aus Ferrosulfat und Ferrobicarbonat beim bloßen Stehen (ohne oder mit Belichtung) ebenfalls Ferrihydroxyd ausscheidet [dem Mineralogen schon lange bekannt, Limonitbildung in Grubenwässern! Anm. d. Ref.]. Submers lebende, grüne Wasserpflanzen können bei Belichtung ebenfalls Einfluß auf die Eisenhydroxydausscheidung nehmen, sie scheiden Alkali aus und dieses bewirkt im Verein mit der Sauerstoffbildung bei der Kohlensäureassimilation die Fällung von Ferrihydroxyd außerhalb der Pflanze (bei Ferrobicarbonat, essigsaurem Eisen und zitronensaurem Eisen in der Lösung). Elodea speichert Eisen in der Oxydform in seinen Membranen auf.

Ref.: A. Himmelbauer.

37. R. Grengg (in Wien): **Der Diallag-Amphibolit des mittleren Kamptales** (Tschermak's min. u. petr. Mitt. 1910, 29, 1—42. (4 Textfiguren).

Diallag-führender Amphibolit bildet im Gebiete der krystallinen Schiefer des niederösterreichischen Waldviertels eine auf längere Strecke hin verfolgbare Einlagerung in der Nachbarschaft von Granulit, von diesem aber durch einen calcitreichen Augitgneiß getrennt.

Das normale Gestein enthält als wesentliche Gemengteile dunkelbraune Hornblende, Plagioklas und lichtgrünen Pyroxen, als Übergemengteil Granat, von Nebengemengteilen sind reichlich Erzkörner (Titan- und Magneteisenerz), spärlich Titanit und Apatit anzuführen.

Die braune bis braungrüne Hornblende hat normale Lage der Axenebene parallel (010), Axe A deutlich $v > \varrho$, Axe B schwach $\varrho > v$. Pleochroismus: α hellgelbbraun, β dunkelrotbraun, γ dunkelkaffeebraun $\gamma \geqq \beta > \alpha$; manche Vorkommen zeigen auch mehr grüne Farbentöne. $c\gamma$ 9° bis 13°, Dispersion der Mittellinie $c\gamma_\varrho > c\gamma_v$, $2V = 62°$ bis 70°. Optisch negativ, $\gamma - \alpha$ schwankend zwischen 0,0291 und 0,0293.

Der monokline Pyroxen ist hier bläulichgrün und läßt im Schliffe eine feine Absonderung, bald nach (100), bald nach (010) erkennen. Die feinen Lamellen parallel (100) keilen oft aus und machen mehr einem faserigen Gefüge Platz, wie es für den Diallag charakteristisch ist. Die Absonderung nach (010), die immer getrennt von der ersteren nach (010) auftritt, hat optische Inhomogenitäten im Gefolge; häufig tritt sie nur in der zentralen Partie des Pyroxens auf und es steigt dann die Doppelbrechung vom Kern zur Hülle $\gamma - \alpha$ Kern $= 0{,}0284$, $\gamma - \alpha$ Hülle $= 0{,}0299$. Diese Bildung wird als Einlagerung feiner Lamellen eines rhombischen Pyroxens, eine Art mikroperthitischer Verwachsung, in den monoklinen (im Kerne) gedeutet.

Der Pleochroismus des Pyroxens ist undeutlich: γ und α lichtgraugrün, β mehr gelbgrün; manche Partien mit Lamellierung nach (010) zeigen rötliche Farbentöne. $c\gamma = 45$ bis 55°, geringe Dispersion der Mittellinien $c\gamma_\varrho > c\gamma_v$, $2V = 50°$ bis 70°, $\gamma - \alpha = 0{,}0284$ bis $0{,}0310$.

Rhombischer Pyroxen ist selten und durch seinen deutlichen Pleochroismus (α hellrot, β graugrün) kenntlich.

Der Plagioklas zeigt Albit- und Periklinzwillingsbildung und inverse Zonenstructur; seine Zusammensetzung schwankt zwischen etwa 20 % und 50 % An.

Der braunrote Granat läßt immer eine Kelyphit-artige Rinde aus kleinkörnigem Feldspat, Pyroxen und Amphibol erkennen.

Einige Varietäten des Gesteins nähern sich dem Eklogit (Vortreten des Pyroxen und Granat), andere den normalen Amphiboliten des Waldviertels (reicher an Plagioklas); in manchen tritt noch Quarz als Übergemengteil hinzu. An einem Fundorte findet sich im Diallag-Amphibolit auch Smaragditgabbro eingelagert, mit ersterem durch alle Übergänge verbunden.

Umwandlungen des Gesteines führen zur Bildung grüner secundärer Hornblende, Kaolin, Prehnit, zweierlei Chlorite (Pennin und Klinochlor) und Epidot.

Ref.: A. Himmelbauer.

38. F. Reinhold (in Czernowitz): **Pegmatit- und Aplit-Adern aus den Liegendschiefern des Gföhler Centralgneißes im niederösterreichischen Waldviertel** (Tschermak's min. u. petr. Mitt. 1910, 29, 43—147. 4 Tafeln, 8 Textfiguren.).

Die Schiefergneiße und Amphibolite des nordöstlichen Waldviertels sind vielfach von pegmatitischen und aplitischen Adern durchzogen, die in feinen Verästelungen sich in den Gesteinen verzweigen und teilweise mit ihnen geschiefert und ausgewalzt sind. Breite Adern zeigen im allgemeinen grobkörnige Textur, feinverästelte dagegen sind kleinkörnig und passen sich dem Nebengestein an. Während erstere in der Mineralführung gegenüber dem Nebengestein ziemlich selbständig sind (charakteristisch der Gehalt an Kalifeldspat und *Ab*-reichen Plagioklas), zeigen letztere eine Beeinflussung durch Nebengesteine in vielfacher Hinsicht: der Plagioklas im Gang und Nachbargestein ist der gleiche (bezüglich der einzelnen Angaben muß auf die tabellarische Zusammenstellung im Originale verwiesen werden), Kalifeldspat verschwindet manchmal, in Amphiboliten tritt Hornblende im Gange auf, endlich lassen die Gemengteile mancher Adern eine Krystallisationsfolge erkennen: Plagioklas (Habitus des Adular!)—Kalifeldspat—Epidot. Die Adern sind also als Injectionen, und zwar als pneumatolytische oder Thermalbildungen, zu deuten.

Mineralogisch interessant ist die Beobachtung schöner Mikroperthite, die sich durch Entmischung eines Natronfeldspat enthaltenden Kalifeldspates gebildet haben (zu beiden Seiten der Albitlamellen entmischte Zonen, zwischen den Albitleisten noch unentmischter Feldspat). In einigen Adern in Amphiboliten wurde Orthit konstatiert, ferner makroskopisch schwarz aussehender Apatit mit dem Pleochroismus: ω braun, ε bläulichschwarz, Absorption $\varepsilon > \omega$ und großer (bis 1 cm) brauner Titanit mit (001), $(10\bar{2})$, $(10\bar{1})$, (011), $(12\bar{3})$, auch Zwillinge nach (001).

Als secundäres Mineral tritt in manchen Adern Prehnit auf.

Endlich mögen noch die mehrfachen Beobachtungen von scheinbar optisch positiven Mikroklinen erwähnt werden. (Störung des Interferenzbildes durch Perthitspindeln und submikroskopische Zwillingslamellen; bei Anwendung stärkerer Objektive zeigte sich regelmäßig eine Annäherung an negative Charakter der Doppelbrechung).

Ref.: A. Himmelbauer.

39. R. Görgey (Wien): **Minerale alpiner Salzlagerstätten** (Ebenda, 1909, 29, 148—153).

Von mehreren alpinen Salzbergbauen (Perneck bei Ischl, Hallstatt, Alt-Aussee bei Aussee, Dürnberg bei Hallein und Hall in Tirol) werden einige typische Salzminerale besprochen:

1. Polyhalit ist überall verbreitet, nur in Hall tritt er zurück.

2. Glauberit wurde bei Perneck (teilweise krystallisiert, gelbrot, teils derb, rotbraun), ferner in Hallstatt (grobspätig, wasserhell) in großen Massen gefunden.

3. Kieserit tritt in Hallstatt, Alt-Aussee und am Salzberge von Dürnberg auf.

4. Löweït ist von Perneck, Hallstatt, Alt-Aussee, Dürnberg bei Hallein, Hall (gelb, gelbrot, farblos) bekannt.

5. Blödit ist von allen fünf Salinen bekannt.

6. Langbeinit kommt in Hall und Hallstatt vor.

7. Vanthoffit wurde in Blödit von Hall und Perneck aufgefunden.

Ref.: A. Himmelbauer.

40. F. Berwerth (in Wien): **Oberflächenstudien an Meteoriten** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, 29, 153—168).

Eine allgemeine Übersicht über die äußere Form der Meteoriten ist bis jetzt noch nicht gegeben worden, auch nur durch den Vergleich vieler Vorkommen möglich; gerade deswegen bot die reiche Sammlung im Naturhistorischen Hofmuseum in Wien günstige Gelegenheit zu einer solchen Trachtstudie. Die Meteorsteine mit ihrem massigen Gefüge zeigen eine mehr oder minder unregelmäßige Gestalt, bedingt zunächst durch die Zersplitterung eines größeren Blockes, modificiert durch die Abschmelzung während des Fluges, die alle Kanten abrundet und knollige Formen schafft. Im Gegensatz zu diesen »Primärflächen« schafft jede Absplitterung während des Fluges neue »Secundär-, Tertiär- usw. -Flächen, die umso weniger abgeschmolzen erscheinen, je jünger sie sind.

Anders beim Meteoreisen; da trifft man gesetzmäßige Gestaltung an, die sich auf den Aufbau des Eisens aus Lamellen nach (111), Spaltbarkeit nach (100) und Translationsgleitflächen nach einem Ikositetraëder zurückführen läßt. So bestehen manche Eisen aus einem oktaëdrischen Buckel als Brusthälfte und einer Gleitfläche als Rückenhälfte; fehlt letztere und erfolgt das Abreißen der Teilgestalten ringsum im kurzstreckigen und absetzenden Oktaëderbruch, so kommen unregelmäßige Klumpen zustande, oft mit Erhöhungen und Vertiefungen, die von Lamellenblättern begrenzt sind. Die Abschmelzung in der Atmosphäre verändert nun diese Producte derart, daß Kanten, Zacken und Spitzen abgerundet, überhaupt Höhen und Tiefen nach Möglichkeit ausgeglichen werden. Bei stark zerzackten Stücken gelingt das natürlich nicht vollkommen, die Erhöhungen laufen zu Kanten zusammen und es entsteht das charakteristische Relief speciell der Eisen. Der Verf. tritt damit der Daubrée'schen Theorie entgegen, daß die Gruben und Näpfchen durch Erosion durch die Luftwirbel enstünden; statt »Piezoglypten« (Daubrée) solle man diese Vertiefungen »Rhegmaglypten« nennen.

Eine ganz selbständige Oberflächengestaltung zeigen endlich die Glasmeteoriten, die mit ihrer zerhackten Oberfläche gar keinen meteorischen Habitus aufweisen, sondern offenbar durch Corrosion durch die Wässer der Erdoberfläche gebildet wurden.

Ref.: A. Himmelbauer.

41. H. Tertsch (in Wien): **Ein neues Zeichenokular** (Ebenda, Wien 1910, 29, 171—172).

Statt des Becke'schen Zeichentisches schlägt der Verf. zur Messung des Axenwinkels bei mikroskopischen Präparaten die Verwendung einer Linse vor,

die das zu messende Interferenzbild direkt am Ende des Tubus aufzufangen gestattet, sodaß es mit einer Mattscheibe oder auf Pauspapier abgezeichnet werden kann. Für kleine Präparate ist der Apparat zu lichtschwach; dagegen ist er einfacher und billiger als der Zeichentisch. (Der Apparat wurde von Reichert, Wien, gebaut).

Ref. A. Himmelbauer.

42. H. Gerhart (Wien): **Krystalltracht künstlicher Barytkrystalle** (Tschermak's min. u. petr. Mit., Wien 1910, **29**, 185—191; 1 Textfigur).

Die Barytkrystalle wurden durch Diffussion in Kieselsäuregallerten erhalten, wobei als Ausgangssubstanz einerseits Chlorbaryum, anderseits Kalialaun, Eisenvitriol, Glaubersalz, Bittersalz, Ammoniumsulfat und endlich Glaubersalz plus Salpetersäure diente. Im allgemeinen wurden nur sehr kleine Krystalle erhalten. Allen Krystallisationen war das Auftreten von schlecht begrenzten Tafeln nach (100) und kahnförmigen, auf (010) aufliegenden Plättchen gemeinsam.

Von den einzelnen Substanzen zeigten Kalialaun und Salpetersäure den größten Einfluß, es bildeten sich scharf begrenzte, auf (010) aufliegende Plättchen, die im ersten Falle von (100) und (101), im letzteren eine von (101) begrenzt waren. Glaubersalz begünstigte Skelettbildung.

Ref.: A. Himmelbauer.



VI. Die Translation der regulären Halogenide.

Von

Albert Ritzel in Jena.

(Mit 22 Textfiguren.)

I. Einleitung.

In einer in dieser Zeitschrift vor kurzem erschienenen Abhandlung[1]) habe ich gezeigt, daß man die Art und Größe der dauernden Deformation, die das Steinsalz durch Druck erfährt, herleiten kann aus einer einfachen Vorstellung über seine Structur. Es ist hierzu nur die Annahme nötig, daß das Steinsalz sich genau so verhält, als ob es aus dünnen, dem Rhombendodekaëder parallel laufenden Platten aufgebaut wäre, die gegeneinander verschiebbar, in sich selbst aber starr sind. Als einzige Complication kommt hinzu, daß die Gleitung nach (110) nicht in allen Richtungen gleich gut von statten geht, sondern leichter längs der langen und schwerer längs der kurzen Diagonale des Rhombendodekaëders. Wie gesagt, diese einfache Vorstellung trägt den früher besprochenen Erscheinungen auch quantitativ recht gut Rechnung. Als ich aber dazu überging, meine Versuchsanordnung etwas abzuändern, stellte sich dabei heraus, daß sie doch nicht ganz genügt, sondern noch einer wichtigen Ergänzung bedarf. Zu deren Herleitung und Begründung will ich jetzt übergehen.

II. Der Einfluß der Oberfläche auf die Translation.

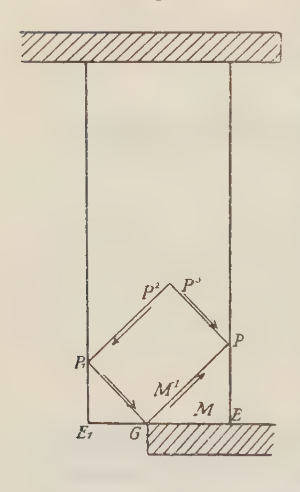
Mügge[2]) hat darauf hingewiesen, daß es praktisch nicht gelingt, beim Steinsalz Translation nach nur einer Ebene hervorzurufen, und daß man infolgedessen auch nicht einen Teil aus einem Krystall herausschieben kann, wie das bei dem Eis so gut geht. Nach Mügges Meinung kommt das daher, daß die Anzahl der Translationsflächen beim Steinsalz so groß ist,

1) **52**, 238.

2) Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1898, **1**, 71. Ausz. diese Zeitschr. **33**, 169.

und daher bei jedweder Druckbeanspruchung mehrere davon in Tätigkeit treten können. Auf Grund meiner früheren Beobachtungen sollte man es dagegen sehr leicht einrichten können, daß Translation nach nur einer Fläche eintritt. Man braucht dazu nur eine Versuchsanordnung zu wählen, wie sie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Das abgebildete Steinsalzprisma ist ausschließlich von Würfelflächen begrenzt, und seine Dimensionen sind so gewählt, daß die in der Zeichenebene liegende und der Druckrichtung parallel laufende Kante (c) am längsten, die senkrecht zum Druck stehende (a) am kürzesten ist. Die senkrecht zur Zeichenebene verlaufende Kante (b) hat also eine mittlere Länge. — Die Fläche ab bezeichne ich wieder wie früher kurzweg als Druckfläche mit den Indices (100) und ac als Beobachtungsfläche (001), denn auf ihr habe ich die durch Druck hervorgerufene Deformation messend verfolgt. Ich bin dabei genau so verfahren, wie ich das in meiner früheren Arbeit eingehend beschrieben habe. Die Presse war also wieder mit einem Objektschraubenmikrometer fest verbunden, das seinerseits auf den Tisch des Mikroskops aufgeschraubt war. In die horizontal unter dem Mikroskop liegende Beobachtungsfläche des Prismas waren rechtwinkelig sich schneidende Linien eingeritzt. Die Lage ihrer Durchkreuzungspunkte wurde vor und nach dem Pressen mit dem Schraubenmikrometer bestimmt, und dadurch ihre Verschiebung ermittelt. — Wie man aus der Figur sieht, liegen aber abweichend von der früheren Methode nicht beide Druckflächen vollkommen auf, vielmehr ist von der einen etwa die Hälfte freigelassen. Diese wird also von dem Druck nicht unmittelbar berührt.

Fig. 1.



Nach meinen früheren Erfahrungen war unter diesen Bedingungen zu erwarten, daß der Druck lediglich Gleitung längs (110) von dem Punkte G aus bewirken werde, denn diese Translation hat von allen möglichen die geringste Reibung zu überwinden. G und mit ihm die ganze Ecke GPE müßte sich relativ zu dem Reste des Prismas in Richtung des Pfeiles bewegen, und so müßte das ganze Dreieck bei genügend langem Pressen auf diese Weise abgeschoben werden. Damit wäre dann das erreicht gewesen, was man bisher am Steinsalz vergeblich versucht hat. Ich lasse nun gleich in Tabelle 1 das quantitative Resultat des obigen Versuches, das außerdem in Fig. 2 graphisch dargestellt ist, folgen. Zur Tabelle sei noch bemerkt, daß unter P die Bezeichnung der beobachteten Punkte, unter y und x ihre Coordinaten in bezug auf G, den 0-Punkt, angegeben

sind. Als Ordinaten (y) sind die Entfernungen $\parallel$ der Druckrichtung aufgeführt, als Abscissen (x), die $\perp$ zu ihr. x ist nach links von G aus positiv gerechnet, nach rechts negativ. dy und dx bezeichnen die durch das Pressen hervorgerufenen Punktverschiebungen. Sie sind angegeben bis auf die dritte Decimale. Um diese Genauigkeit zu erreichen, muß man natürlich y bzw. x ebenfalls bis auf die dritte Decimale bestimmen. Das ist auch geschehen der Kürze halber sind aber in den Tabellen bei x und y nur noch die ersten Decimalen angeführt. Aus einem später zu besprechenden Grunde sind endlich unter dy_1 und dx_1 die Punktverschiebungen in bezug auf 0 als Ausgangspunkt angegeben.

Fig. 2.

Fig. 2 zeigt sofort, daß die oben ausgesprochene Erwartung im wesentlichen eingetroffen ist. Abgesehen von 0 und 1 ist für alle Punkte in recht guter Übereinstimmung $\frac{dy}{dx} = -1$. Das heißt: nur längs der Flächen (110) hat eine Translation stattgefunden, und das Dreieck GPE (Fig. 1) hat sich in Richtung des Pfeiles bewegt. Dabei sind natürlich die ihrem absoluten Betrage nach stärksten Verschiebungen längs der Linie GP eingetreten. Das kann man auch erkennen, wenn man das Prisma zwischen

Tabelle 1.

Dimensionen des Prismas: $c = 47$; $b = 35$; $a = 17$. bc = Beob. Fl. c = Druckrichtg.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$	dy^1	dx^1	$\frac{dy^1}{dx^1}$
G	0	0	—	—	—	+ 0,339	+ 0,053	+ 6,8
0	0	6,1	— 0,339	— 0,053	+ 6,4	—	—	—
1	4,1	6,1	— 0,354	+ 0,186	— 1,9	— 0,015	+ 0,239	— 0,07
2	8,1	6,1	— 0,302	+ 0,283	— 1,1	+ 0,037	+ 0,336	+ 0,1
3	12,7	6,1	— 0,337	+ 0,333	— 1,0	+ 0,002	+ 0,386	± 0
4	17,3	6,1	— 0,450	+ 0,403	— 1,1	— 0,111	+ 0,456	— 0,2
1^1	4,1	2,5	— 0,185	+ 0,149	— 1,2	+ 0,154	+ 0,202	+ 0,7
2^1	8,1	2,5	— 0,256	+ 0,263	— 1,0	+ 0,083	+ 0,316	+ 0,3
3^1	12,7	2,5	— 0,325	+ 0,282	— 1,1	+ 0,014	+ 0,335	+ 0,05
4^1	17,3	2,5	— 0,416	+ 0,304	— 1,4	— 0,077	+ 0,357	— 0,2
1^2	4,1	— 1,6	— 0,043	+ 0,059	— 0,8	+ 0,296	+ 0,112	+ 2,7
2^2	8,1	— 1,6	— 0,178	+ 0,148	— 1,2	+ 0,161	+ 0,201	+ 0,8
3^2	12,7	— 1,6	— 0,312	+ 0,219	— 1,5	+ 0,027	+ 0,272	+ 0,1
4^2	17,3	— 1,6	— 0,367	+ 0,251	— 1,5	— 0,028	+ 0,304	— 0,1

gekreuzten Nikols betrachtet. Man sieht dann, daß ein verhältnismäßig breiter, doppeltbrechender Streifen von G nach P geht, dessen größerer Brechungsexponent, solange der Druck anhält, senkrecht zu seinem eigenen Verlauf liegt. Längs GP sind also die Krystallmoleküle zusammengepreßt, ein Resultat, das ebenfalls von vornherein zu erwarten war. Von G aus geht aber nicht nur nach P ein doppeltbrechender Streifen, sondern rechtwinkelig zu diesem noch ein zweiter, ebenso deutlicher, nach P_1. Das heißt natürlich, daß auch parallel dieser Linie — oder, was dasselbe sagen will, parallel $(1\bar{1}0)$ — Gleitung zustande gekommen ist. Bestätigt wird das durch Tabelle 1, denn in ihr ist angegeben, daß für die auf dem Dreieck GP_1E_1 liegenden Punkte 1 und vor allem 0 $\frac{dy}{dx}$ nicht $= -1$ ist, sondern für Punkt 1 ist es $-1{,}9$ und für 0 sogar $+6{,}4$. Diese Zahlen können natürlich dann nicht zustande kommen, wenn lediglich (100) als Gleitfläche wirksam ist. Es muß eine Bewegung $\parallel$ $(1\bar{1}0)$ noch hinzutreten, und zwar offenbar von P_1 nach G zu. Mit anderen Worten: das Dreieck E_1P_1G ist in Richtung des ihm eingezeichneten Pfeiles schräg nach unten abgerutscht. Auf welche Weise ist nun diese Translation zustande gekommen? Betrachtet man das Prisma beim Pressen wieder in Diagonalstellung zwischen gekreuzten Nikols und bei eingeschaltetem Gypsblättchen, so erscheint der Rand E_1G besonders in der Nähe von G blau, wenn der größere Brechungsexponent des Gypses senkrecht zur Druckrichtung liegt. Nach dem Inneren des Prismas zu verschwindet das Blau allmählich, ohne daß eine scharfe Grenze auftritt. Da beim Steinsalz der größere Brechungsexponent immer senkrecht zur Druck- und parallel zur Zugrichtung liegt, so heißt das, daß der Rand E_1G gespannt ist, und das also beim Bewegen von G nach P zu eine Kraft ausgelöst wird, die, von G ausgehend, in der Richtung E_1G wirkt. Daß dem tatsächlich so ist, kann man auch an folgendem erkennen: Zieht man die Schraube der Presse schnell an, so treten regelmäßig längs E_1G vom Rande ausgehend Sprünge parallel der Spaltbarkeit auf. Einmal vorhanden, vergrößern sich diese beim Pressen rasch und durchspalten bald den ganzen Krystall. Aber auch wenn man den Druck noch so vorsichtig und langsam steigert, sehr weit kann man die Deformation doch nicht treiben, weil eben diese Sprünge auf die Dauer unvermeidlich sind. Hieraus ergibt sich also auch, daß der Punkt G beim Abrutschen nach P hin gewissermaßen die Kante E_1G mitzureißen versucht. Es entsteht dadurch die oben besprochene Spannung, die Randpartie des Prismas wird doppeltbrechend, und schließlich wird, wenn man den Druck immer mehr steigert, die Zugfestigkeitsgrenze erreicht. Es treten infolgedessen die oben erwähnten Sprünge auf. Aber bevor es zum Platzen des Krystalls kommt, ist die von E nach G wirkende Kraft groß genug geworden, um Translation längs $(1\bar{1}0)$ zu verursachen, d. h. das Dreieck E_1P_1G sinkt,

wie schon beschrieben, nach unten ab. Dabei ist diese Translation so beträchtlich, daß die Entfernung $E_1 G$ durch das Pressen nicht vergrößert worden ist, wie man doch wohl erwarten sollte. Nach Tabelle 1 wären die Punkte E und G einander sogar um eine Kleinigkeit näher gerückt. Nach meinen meisten anderen, hier nicht veröffentlichten Versuchen tritt zwar eine kleine Dehnung von $E_1 G$ ein. Diese ist aber immer so gering, daß sie innerhalb der Fehlergrenzen liegt. Gerade dieser letzte Satz schließt eine sehr wichtige Erfahrung in sich. Denn er besagt: Es ist nicht möglich, den Punkt G und damit natürlich auch die senkrecht unter ihm liegenden längs der Gleitfläche (110) so abzuschieben, daß eine wesentliche Verlängerung von $E_1 G$, das will sagen eine Vergrößerung der Oberfläche, eintritt. Denn solange der Druck verhältnismäßig klein ist, wird diese durch Translation nach $(1\bar{1}0)$ verhindert und, wenn man ihn merklich steigert, wird vor Eintritt der Dehnung die Zugfestigkeitsgrenze längs $E_1 G$ erreicht, und der Krystall platzt. Die Punkte der Kante $E_1 G$ verhalten sich also wesentlich anders zueinander, als etwa M zu M_1 oder irgendwelche anderen, in der Mitte der Beobachtungsfläche liegenden Punkte. Denn M kann man von M_1 längs (110) beliebig weit wegschieben, ihre gegenseitige Entfernung also sehr stark vergrößern, ohne daß Zugspannungen zwischen M und M_1 sich bemerkbar machen oder der Krystall gar zerspringt. Meine früheren Messungen und auch die Tabelle 1 bringen dafür ja hinreichende Belege. Wenn wir nun fragen, warum die einzelnen Krystallteile bei der Deformation sich so verschieden verhalten, so ist der Grund dafür leicht einzusehen. Verschiebt man parallel der Beobachtungsfläche M gegen M_1, so wird dadurch die Oberflächengröße nicht geändert, wohl aber, wenn G in bezug auf E_1 sich nach P hinbewegt, denn proportional mit der Dehnung von $E_1 G$ wächst der freie Teil der Druckfläche. Mit anderen Worten: es werden mehr Krystallmoleküle in die Oberfläche gebracht. Diesen letzten Vorgang kann man nun, wie ich schon sagte, bei Zimmertemperatur am Steinsalz in nennenswertem Maße nicht hervorrufen. Es ist nicht leicht, ohne weiteres den Grund hierfür anzugeben. Nur soviel ist sofort einleuchtend, daß die in meiner früheren Arbeit entwickelte Plattentheorie hier nicht genügt. Nach ihr müßte ja eine Oberflächenvergrößerung glatt möglich sein. Man wird nun zunächst versucht sein zur Erklärung dieser Erscheinung die Oberflächenspannung heranzuziehen, die ja einer Oberflächenvergrößerung entgegenwirkt. Aber dabei ist zu bedenken, daß die Oberflächenspannung bei festen Körpern sehr gering ist, und daher keinesfalls beim Steinsalz Gleitungen im Krystallinneren hervorrufen kann, wie sie dies müßte, wenn wir mit ihr die geschilderten Erscheinungen erklären wollten. Wäre die Oberflächenspannung wirklich so groß, dann müßte sie auch die Gestalt des ungepreßten Krystalls verändern, und davon ist doch beim Steinsalz nicht das mindeste zu bemerken. Also die Oberflächenspannung

können wir zur Erklärung nicht herbeiziehen, da sie ihrem absoluten Werte nach zu gering erscheint. So bleibt wohl als einzige Erklärungsmöglichkeit die Annahme, daß sich die Oberflächenschicht in bezug auf die Translation anders verhält, als das Krystallinnere, daß sie Gleitungen, die eine Oberflächenvergrößerung bezwecken, einen sehr großen Widerstand entgegensetzt, d. h. sich derartigen Beanspruchungen gegenüber praktisch als nicht translationsfähig erweist. Macht man diese Annahme nicht, dann ist das Auftreten einer Spannung zwischen $E_1 G$, die so stark ist, daß sie Translation des ganzen Dreiecks $E_1 P_1 G$ längs $(1\bar{1}0)$ bewirkt, nicht zu erklären. Ohne mich vorläufig auf eine theoretische Erläuterung einzulassen, führe ich also als notwendige Consequenz des Experimentes die Vorstellung ein, daß die Oberflächenschicht besondere Eigenschaften dem Krystallinneren gegenüber besitzt. Vor allen Dingen kann man die Oberfläche durch Translation nur um einen sehr geringen Betrag vergrößern, sie ist gewissermaßen kaum dehnbar. Wir wollen nun zunächst sehen, wie die folgenden experimentellen Ergebnisse zu dieser Vorstellung stimmen.

Eine Gleitung des Dreiecks $E_1 P_1 G$ in Richtung des eingezeichneten Pfeiles hätte natürlich, wenn sonst keine Translationen in diesem Krystallteil vorkämen, eine Vergrößerung der Seitenfläche bei $E_1 P_1$ zur Folge, also eben das, was wir als praktisch unmöglich bezeichnet haben. Tatsächlich tritt diese Vergrößerung auch nicht ein und zwar wird sie auf folgende Weise verhindert. Die Gleitung nach $(1\bar{1}0)$ löst sogleich längs der Kante $E_1 P_1$ (Fig. 1) die dadurch, wie gesagt, gedehnt zu werden beginnt, eine starke Spannung aus. Man erkennt das wiederum daran, das der Rand $E_1 P_1$ doppeltbrechend ist, und zwar liegt der größere Brechungsexponent parallel $E_1 P_1$. Auch hier verschwindet, wie bei $E_1 G$ die Doppelbrechung nach dem Inneren zu. Daß $E_1 P_1$ gespannt ist, erkennt man übrigens auch daran, daß längs dieser Kante beim Pressen ebenfalls sehr leicht Sprünge auftreten.

Also P_1 und seine Umgebung wird beim Pressen nach unten gezogen, und dieser Zug ist die Veranlassung, daß von P_2 her Translation nach (110) in Richtung auf P_1 besonders stark eintritt. Man erkennt das wiederum an dem optischen Verhalten des Prismas. Zwischen gekreuzten Nikols sieht man da, daß zwar der ganze durch die Punkte $P G P_1 P_2$ bestimmte Krystallteil stark von Translationsstreifen durchzogen ist, daß aber ein besonders deutlicher immer längs (110) verläuft und in der Umgebung von P_1 endet. Freilich ist die Translation nach $P_1 P_2$ nicht so stark, wie die nach $P_1 G$ oder $G P$, aber sie ist doch beträchtlich genug, um unter gekreuzten Nikols aufzufallen. Durch dies Abgleiten des Krystalles von P_2 nach P_1 hin wird es nun möglich gemacht, daß das Dreieck $E_1 P_1 G$ nach unten rutschen kann, ohne daß eine Oberflächenvergrößerung bei P_1 eintritt.

Aus dem bisher Erörterten muß man zu dem Schluß kommen, daß eine ausschlaggebende Rolle bei der ganzen Deformation, die längs E_1G und E_1P_1 auftretenden Spannungen spielen. Aus der graphischen Darstellung der Punktverschiebungen in Fig. 2 ist das freilich nicht gut zu erkennen. Es wird aber sofort deutlich, wenn wir, wie das in Fig. 3 geschehen ist, nicht G sondern 0 als feststehend ansehen und alle Verschiebungen auf diesen Punkt beziehen. Die entsprechenden Zahlen sind in Tabelle 1 unter dy_1, dx_1 und $\frac{dy_1}{dx_1}$ aufgeführt. Man sieht: In bezug auf 0 bewegt sich G vertical nach oben, da die Spannung E_1G ein Ausweichen von G nach rechts nicht zuläßt. Die Punkte 1, 2 und 3 können sich nicht, wie etwa 1^1, 2^1 und 3^1 nach oben bewegen, weil die Spannung E_1P_1 es verhindert. Zwischen diesen also rechtwinkelig zueinander stehenden Verschiebungen von G einerseits und 1, 2 und 3 anderseits, stellen die, von 1^1, 1^2, 2^1 und 3^1, sozusagen den Übergang dar.

Fig. 3.

Streng genommen beziehen die früheren Erörterungen über die Oberflächenschicht sich lediglich auf die Würfeloberfläche. Wie verhält sich eine andere, beliebig angeschliffene Fläche am Steinsalz? Um das zu entscheiden, habe ich den Versuch der Tabelle 2 (Fig. 4) ausgeführt. Die schräg verlaufende, aber auch senkrecht zur Zeichenebene stehende Fläche der Fig. 4 ist angeschliffen; sonst ist das Prisma wieder rings von Würfelflächen begrenzt. $ac\ a'\ c'$ sind die Kanten der Beobachtungs-, $a'\ b$ bzw. ab die der Druckflächen; sonst ist die Bezeichnung die gleiche wie in Tabelle 1, nur sind diesmal die Punktverschiebungen nur auf die Ecke des Prismas (K) bezogen.

Fig. 4.

Aus der Fig. 4 erkennt man sofort, daß sich die Fläche $c'b$ genau so verhält, wie eine Würfelfläche. Sie ist auch nur in sehr engen Grenzen dehnbar, und daher steht die Bewegungsrichtung von $K_1K_2K_3$ praktisch senkrecht zu c^1. Auch die optischen Erscheinungen bestätigen das. Denn beim Pressen wird die Randpartie längs der Kante KK_3 doppeltbrechend, und zwar liegt der Spannung entsprechend der größere Brechungsexponent parallel KK_3. Diese Tatsache zeigt deutlich, wie die Lage und Richtung der Spannungen bestimmt wird durch die der Oberflächen; d. h. daß sie

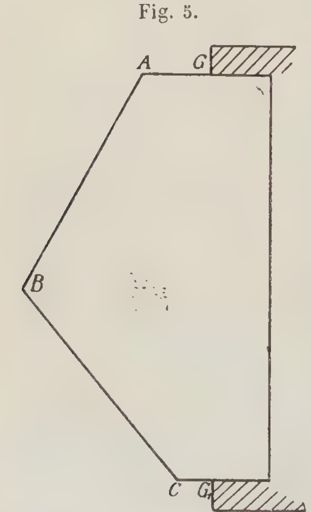
Tabelle 2.

Dimensionen des Prismas: $c = 34$; $b = 32$; $a = 22$; $a_1 = 13$.
$c =$ Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
G	0	11,1	+ 0,506	+ 0,020	+ 25
K_1	5,6	1,7	+ 0,066	— 0,267	— 0,25
1	5,6	4,5	+ 0,170	— 0,270	— 0,63
1^1	5,6	8,8	+ 0,326	— 0,208	— 1,6
1^2	5,6	14,0	+ 0,410	— 0,032	— 14
1^3	5,6	18,5	+ 0,499	— 0,062	— 8,3
K_3	11,6	3,6	+ 0,155	— 0,352	— 0,44
2	11,6	4,8	+ 0,155	— 0,345	— 0,44
2^1	11,6	8,8	+ 0,139	— 0,285	— 0,50
2^2	11,6	14,0	+ 0,224	— 0,131	— 1,7
2^3	11,6	18,5	+ 0,271	— 0,005	— 54
K_3	16,2	5,1	+ 0,074	— 0,300	— 0,30
3^1	16,2	9,4	+ 0,096	— 0,289	— 0,33
3^2	16,2	14,2	+ 0,096	— 0,198	— 0,48

letzteren immer entlang läuft. Noch schöner kann man das sehen, wenn man zwei Flächen in stumpfem Winkel zueinander anschleift und beim Pressen beide Druckflächen, die wieder Würfelflächen sind, etwa zur Hälfte freiläßt. Fig. 5 gibt ein Bild der Versuchsanordnung. Beim Pressen wird hier der ganze Rand $GABCG_1$ gespannt und doppeltbrechend. Der größere Brechungsexponent liegt parallel AG bzw. AB, BC und CG. Punktverschiebungen kann man allerdings an einem solchen Prisma nur schwer messen, da schon bei geringen Deformationen Sprünge — meist von G oder G_1 aus — auftreten. Das ist auch nicht verwunderlich; denn da der Druck auf verhältnismäßig kleine Flächen concentriert ist, muß er von vornherein längs $GABCG_1$ ziemlich bedeutende Spannungen hervorrufen. Die Zugfestigkeitsgrenze wird also früh erreicht.

Fig. 5.



Nunmehr bin ich zu Prismen übergegangen, bei denen die Druckflächen nicht mehr (100) bzw. $(\bar{1}00)$ waren, sondern in einem spitzen Winkel zu diesen — in dem folgenden Versuch betrug er 20° — lagen. Sie entsprachen also ungefähr Pyramidenwürfelflächen mit den Indices (310) bzw. $(\bar{3}\bar{1}0)$; den Seitenflächen käme dann die Bezeichnung $(\bar{1}30)$ bzw. $(1\bar{3}0)$ zu.

In der Fig. 6 ist, mit *W.Fl* bezeichnet, der Verlauf der Würfelfläche durch eine Linie markiert. Sie gibt sofort Aufschluß über die Orientierung des Prismas. Beobachtungsfläche ist wie vorher (001). Betrachten wir den Krystall zunächst zwischen gekreuzten Nikols! Wenn seine Seitenkanten den Schwingungsrichtungen der Nikols parallel laufen, dann sieht man, daß beim Pressen von *G* wiederum zwei deutliche doppeltbrechende Streifen, die rechtwinkelig zueinander stehen, ausgehen. Sie bilden aber mit der Kante *KG* (Fig. 6) nicht Winkel von 45⁰, sondern der nach rechts verlaufende einen solchen von 25⁰, der andere einen von 65⁰. Es ist ohne weiteres klar, was eingetreten ist. Trotzdem der Druck nicht mehr, wie bei dem Versuch der Tabelle 1, parallel einer Würfelkante, sondern schräg dazu wirkt, hat er hier die gleiche Deformation bewirkt, wie dort. *G* ist längs (110) nach oben geschoben und Hand in Hand damit ist Translation nach (1$\bar{1}$0) auf *G* zu eingeleitet. Letzteres natürlich auf Grund der Spannungen zwischen *KG* und KK_3. Daß diese Spannungen auch

Fig. 6.

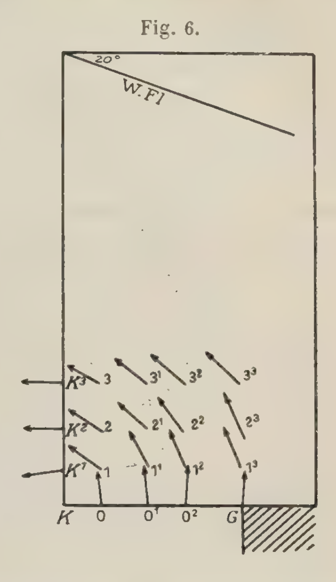


Tabelle 3.

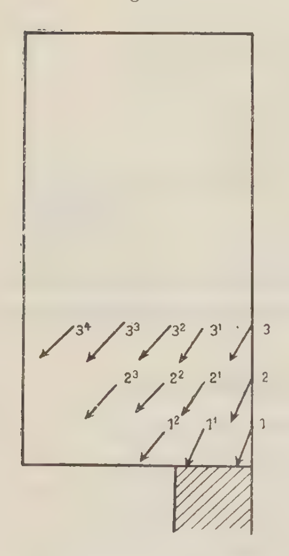
Dimensionen des Prismas: $c = 48$ = Druckrichtg. $a = 27$; $b = 30$
Beob. Fl. $= ac$

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0	0	— 4,1	+ 0,109	+ 0,011	+ 10
0^1	0	— 8,8	+ 0,224	+ 0,033	+ 7
0^2	0	— 13,3	+ 0,350	+ 0,016	+ 22
G	0	— 18,9	+ 0,514	— 0,050	— 13
K_1	3,5	0	— 0,024	+ 0,094	— 0,26
1	3,5	— 4,1	+ 0,065	+ 0,096	+ 0,7
1^1	3,5	— 8,8	+ 0,167	+ 0,078	+ 2,1
1^2	3,5	— 13,3	+ 0,313	+ 0,107	+ 3,0
1^3	3,5	— 18,9	+ 0,450	+ 0,163	+ 2,8
K_2	8,0	0	— 0,006	+ 0,215	— 0,03
2	8,0	— 4,1	+ 0,091	+ 0,193	+ 0,5
2^1	8,0	— 8,8	+ 0,193	+ 0,193	+ 1,0
2^2	8,0	— 13,3	+ 0,319	+ 0,233	+ 1,4
2^3	8,0	— 18,9	+ 0,503	+ 0,225	+ 2,3
K_3	13,0	0	+ 0,012	+ 0,342	+ 0,03
3	13,0	— 4,1	+ 0,116	+ 0,331	+ 0,35
3^1	13,0	— 8,8	+ 0,222	+ 0,300	+ 0,74
3^2	13,0	— 13,3	+ 0,304	+ 0,345	+ 0,9
3^3	13,0	— 18,9	+ 0,439	+ 0,386	+ 1,1

hier tatsächlich vorhanden sind, sieht man in der Diagonalstellung. Der Rand KK_3 erscheint ebenso wie KG doppeltbrechend. Bei letzterem liegt der größere Brechungsexponent || der langen Prismenkante, bei letzterem senkrecht dazu. Mit diesem optischen Befund stimmt nun die Tabelle 3 vollkommen überein. Bezugspunkt ist wieder K.

Ein Vergleich von Fig. 6 mit Fig. 3 lehrt, daß sie im wesentlichen gleich sind, obwohl in den beiden Fällen, wie ich betonte, die Translationsflächen dem Druck und dem Prisma selbst gegenüber verschiedene Lage haben. Es zeigt sich hier wiederum, daß bei dieser Art von Deformation nicht die Orientierung der Gleitflächen das Wesentliche ist, sondern die Spannungen längs der Oberfläche. — Wenn in dem ursprünglichen nur von Würfelflächen begrenzten Prisma das Dreieck GPE (Fig. 1) längs (110) abrutscht, so wird dadurch die Kante EP nach außen getrieben und speciell bei P müßte eine Oberflächenvergrößerung eintreten. In Wirklichkeit wird sie aber auch hier wieder — in größerem Maßstabe wenigstens — verhindert durch die sofort einsetzende Spannung am Rande EP. Wie früher erkennt man diese leicht in Diagonalstellung, zwischen gekreuzten Nikols. Bei eingeschaltetem Gypsblättchen erscheint ein schmaler Rand bei EP blau, wenn der größere Brechungsexponent des Gypses in der Druckrichtung liegt. Diese Spannung verursacht nun in der Umgebung von P vermehrte Gleitung nach $(1\bar{1}0)$, und es kommt dadurch der Translationsstreifen $P_3\,P$ — gelegentlich endet er auch etwas ober- oder unterhalb von P — zustande, also ebenso, wie ich das früher von $P_2\,P_1$ beschrieben habe. Beide Streifen sind auch ungefähr gleich deutlich. Natürlich muß die Translation $P_3\,P$ in den Werten der Punktverschiebung ebenfalls zum Ausdruck kommen. Daß dies der Fall ist zeigen Tabelle 4 und Fig. 7. Bezugspunkt ist diesmal G.

Fig. 7.



Charakteristisch für diese Tabelle ist, daß die $\frac{dy}{dx}$-Werte von 1 nach 1^2, von 2 nach 2^3 und von 3 nach 3^4 fallen. Es folgt daraus, daß sich in der Mitte des Prismas im Einklang mit Tabelle 1 die Punkte nur nach (110) verschieben. Am Rande rechts macht sich dagegen die eben beschriebene Gleitung nach $(1\bar{1}0)$ geltend, und infolgedessen sind da die $\frac{dy}{dx}$-Werte beträchtlich größer als 1.

Tabelle 4.

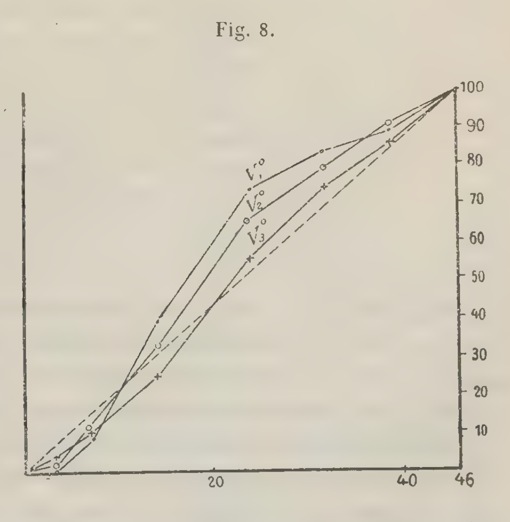
Dimensionen des Prismas: $c = 46$; $b = 35$; $a = 24$.
ac = Beob. Fl.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
1	4,3	— 8,4	— 0,059	+ 0,020	— 3,0
1^1	4,3	— 3,8	— 0,102	+ 0,035	— 3,0
1^2	4,3	+ 0,9	— 0,146	+ 0,096	— 1,5
2	9,1	— 8,4	— 0,065	+ 0,031	— 2,1
2^1	9,1	— 3,8	— 0,0124	+ 0,081	— 1,5
2^2	9,1	+ 0,9	— 0,0127	+ 0,125	— 1,0
2^3	9,1	+ 6,2	— 0,0170	+ 0,143	— 1,2
3	14,6	— 8,4	— 0,162	+ 0,113	— 1,5
3^1	14,6	— 3,8	— 0,213	+ 0,142	— 1,5
3^2	14,6	+ 0,9	— 0,248	+ 0,167	— 1,5
3^3	14,6	+ 6,2	— 0,259	+ 0,198	— 1,3
3^4	14,6	+ 11,0	— 0,260	+ 0,245	— 1,1

Durch die bei dem letzten Versuch gewonnene Erfahrung muß man zu dem Schluß kommen, daß jede Translation in der einen Richtung — etwa nach (110) infolge der durch sie verursachten Spannung der Oberfläche eine zweite nach $(1\bar{1}0)$ zum mindesten erleichtert und wahrscheinlich macht.

Damit stimmt eine andere Beobachtung, die man regelmäßig beim Zusammenpressen eines Steinsalzprismas machen kann, überein. Man sollte ja erwarten, daß die Verkürzung, die ein solches Prisma erfährt, sich auf seine einzelnen Teile ziemlich unregelmäßig verteilt. In gewissen Teilen werden eben durch irgend welche Zufälligkeiten besonders viele Translationen ausgelöst werden, in anderen wenige. Anfänglich ist das auch beim Pressen tatsächlich so, aber je mehr die Verkürzung absolut wächst, um so mehr verteilt sie sich gleichmäßig über den ganzen Krystall hin. Diese Erfahrung steht, wie gesagt, mit dem obigen Versuch in Einklang; denn wenn jede Translation in der einen Richtung, eine neue in der anderen bedingt, so

Fig. 8.



muß schließlich der ganze Krystall ziemlich gleichmäßig von Translationsstreifen durchsetzt sein. Tabelle 5 (Fig. 8) bringt für die eben besprochene Erscheinung noch den experimentellen Beleg. Sie ist auf folgende Weise gewonnen. Auf der Beobachtungsfläche (001) habe ich parallel mit der Druckrichtung in ziemlich regelmäßigen Abständen Punkte markiert und und ihre y-Werte (die Krystallkante wurde als Null-Linie angenommen) vor dem Druck genau bestimmt. Dann preßte ich den Krystall etwas zusammen und bestimmte die dadurch verursachte, gegenseitige Entfernungsverkürzung zwischen den Punkten. Unter V_1 ist sie in die Tabelle ihrem absoluten Betrage nach, unter V_1^0 in Procenten der Gesamtverkürzung, eingetragen. Dann preßte ich von neuem. Die neue Verkürzung plus der schon vorhandenen lieferte mir V_2 (V_2^0 ist das Gleiche in $^0/_0$); und durch ein drittes Zusammenpressen erhielt ich endlich in derselben Weise V_3 und V_3^0. Graphisch ist dieses Resultat in Fig. 8 dargestellt. Als Abscisse ist da die Lage der beobachteten Punkte eingetragen, als Ordinate die procentische Verkürzung der zwischen ihnen liegenden Krystallteile. Man sieht sofort, daß die Kurve, die die V_1^0-Werte miteinander verbindet, noch sehr stark von einer geraden Linie, die ja eine vollkommen gleichmäßige Verkürzung darstellen würde, abweicht. Weniger ist dies dann bei V_2^0, noch weniger endlich bei V_3^0 der Fall.

Tabelle 5.

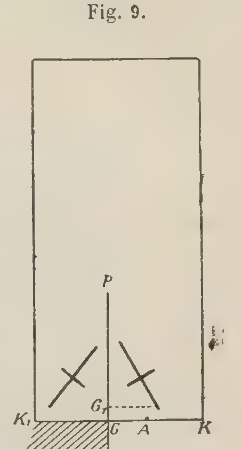
Dimensionen des Prismas: $c = 47$; $b = 40$; $a = 20$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung $= c$.

P	y	V_1	V_1^0	V_2	V_2^0	V_3	V_3^0
1	0,4						
		0	0	0,021	2	0,078	3
2	3,6						
		0,033	8	0,095	9	0,155	7
3	7,4						
		0,155	38	0,284	27	0,420	18
4	16,4						
		0,111	27	0,308	28	0,663	28
5	25,1						
		0,044	10	0,149	14	0,439	18
6	33,4						
		0,031	7	0,121	11	0,321	13
7	40,1						
		0,043	10	0,092	9	0,316	13
8	47,0						

Nun bin ich zu Versuchen mit etwas anders orientierten Prismen übergegangen, weil ich bei ihnen in mancher Beziehung einfachere Verhältnisse zu finden hoffte. Druckfläche blieb (100), Beobachtungs- und Seitenflächen wurden aber Rhombendodekaëderflächen. Erstere bezeichne ich mit (011), die beiden letzteren haben dann die Indices ($01\bar{1}$), bezw. ($0\bar{1}1$). Im übrigen war die Versuchsanordnung die gleiche wie früher. Fig. 9 läßt dies ja auch erkennen. Betrachtet man ein solches Prisma nach dem Anziehen der Schraube in polarisiertem Licht, so sieht man folgendes: Fallen die Schwingungsrichtungen der Nikols mit den Prismenkanten zusammen, dann

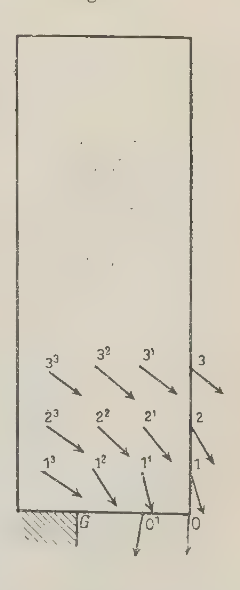
geht von G (Fig. 9) ein dunkler Streifen bis etwa nach P hin, während die Partien rechts und links von ihm hell erscheinen. Wie eine nähere Untersuchung lehrt, liegt ihr größerer Brechungsexponent — er ist in beiden Fällen durch die lange Linie der Kreuze markiert — etwas schräg zur Druckrichtung. Die Orientierung der Doppelbrechung rechts von PG steht symmetrisch zu der links davon. Auch längs PG ist starke Doppelbrechung vorhanden, nur fällt da die Schwingungsrichtung des Lichtes mit PG zusammen, bzw. steht senkrecht dazu. In Diagonalstellung erkennt man dies sofort, denn da erscheint der vorher dunkle Streifen vollkommen hell. Schaltet man jetzt das Gypsblättchen so ein, daß sein größerer Brechungsexponent in der Druckrichtung liegt, dann erscheint das ganze Prisma gelb. Nur von G_1 aus geht etwa parallel mit der gepunkteten Linie ein roter Streifen nach rechts, und unmittelbar unter diesem erscheint sogar die Randpartie GA recht intensiv blau.

Fig. 9.



Die Deutung dieses Resultates ist nicht schwer. Durch das Pressen ist von G aus längs (011) und in Richtung der kurzen Diagonalen Translation eingetreten, und infolgedessen ist PGK im Vergleich zu PGK_1 senkrecht nach unten gerutscht. Rechts und links von PG klingt die Translation allmählich aus. Daraus folgt die schräge und symmetrische Lage der Brechungsexponenten in den beiden Prismenhälften. Ebenso einleuchtend ist, daß in PG selbst die Translationsrichtung mit der einen Lichtschwingung zusammenfällt. Wenn nun K_1G nach oben geschoben wird, so entsteht bei G parallel mit PG eine neue Oberfläche. Nach den früheren Erfahrungen muß dies starke, dem entgegenwirkende Spannungen auslösen. Dadurch kommt es, daß das Krystallstück bei GA in der Druckrichtung gedehnt wird und dementsprechend unter den obigen Bedingungen zwischen gekreuzten Nikols blau erscheint. Wie steht es nun mit den Punktverschiebungen auf einem solchen Prisma? Darüber geben Tabelle 6 und Fig. 10 Aufschluß. Bezugspunkt ist G.

Fig. 10.



Aus den dy-Werten von 0, 0^1 usw. erkennt man, daß die Translation nach $(01\bar{1})$ ziemlich groß, also auch die Oberflächenvergrößerung ziemlich

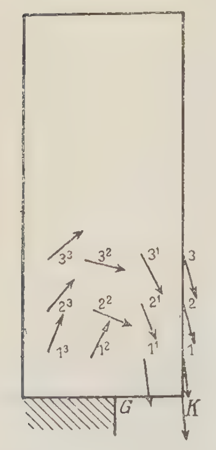
Tabelle 6.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $a = 18$; $b = 30$. Beob. Fl.: ac.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0	0	— 12,1	— 0,441	+ 0,030	— 5,4
0^1	0	— 7,5	— 0,199	+ 0,037	— 14,7
1	4,5	— 12,1	— 0,335	— 0,115	+ 3
2	9,5	— 12,1	— 0,381	— 0,277	+ 1,4
3	15,5	— 12,1	— 0,305	— 0,440	+ 0,7
1^1	4,5	— 7,5	— 0,254	— 0,055	+ 4,6
2^1	9,5	— 7,5	— 0,296	— 0,221	+ 1,3
3^1	15,5	— 7,5	— 0,249	— 0,374	+ 0,6
1^2	4,5	— 2,7	— 0,180	— 0,126	+ 1,5
2^2	9,5	— 2,7	— 0,178	— 0,226	+ 0,8
3^2	15,5	— 2,7	— 0,196	— 0,341	+ 0,6
1^3	4,5	+ 2,8	— 0,019	— 0,046	+ 0,4
2^3	9,5	+ 2,8	— 0,060	— 0,175	+ 0,3
3^3	15,5	+ 2,8	— 0,144	— 0,290	+ 0,4

bedeutend ist. Wenn dabei trotzdem keine Sprünge im Prisma entstanden sind, so liegt das daran, daß diesmal die Translationsrichtung senkrecht zur Druckfläche steht, und daß dadurch keine seitlichen Spannungen wie früher ausgelöst wurden. Der bei der Verschiebung längs des Randes GA zu überwindende Widerstand ist auch diesmal sehr groß gewesen, wie das die dort auftretende Spannung ja beweist. Außerdem ist dadurch bewirkt worden, daß in dem Gebiet PFK nicht ausschließlich Translation nach $(01\bar{1})$ eingetreten ist, sondern offenbar auch nach (101) und (110). Denn, wie die Tabelle 6 lehrt, sind nicht nur die dy-Werte für die Punkte einer Horizontalreihe $(1, 1^1, 1^2, 1^3)$ verschieden, sondern auch die dx-Werte; dies wäre bei einer Gleitung nach $(01\bar{1})$ allein unmöglich. Die Verhältnisse liegen also auch bei diesem Prisma ziemlich compliciert; etwas einfacher dagegen bei dem jetzt zu besprechenden, bei welchem die Druckfläche (110) bzw. $(\bar{1}\bar{1}0)$, Seitenfläche $(1\bar{1}0)$ bzw. $(\bar{1}10)$ und endlich Beobachtungsfläche (001) wären. Wie aus Fig. 11 folgt, war alles übrige ebenso wie früher.

Fig. 11.



Optisch stimmt dieser Fall in allem wesentlichen mit dem eben betrachteten überein. Fig. 9 ist daher ohne weiteres auf ihn anwendbar. Zwischen gekreuzten Nikols und in Parallelstellung geht wieder von G nach P ein dunkler Streifen. Rechts und links von ihm ist der Krystall hell, und die Orientierung der Schwingungsrichtung ist dort wieder die durch die Kreuze an-

gedeutete. Ferner zeigt sich in Diagonalstellung, daß der Rand GA in der Druckrichtung ebenfalls stark gespannt ist. Es ist daraus ohne weiteres klar, daß von G aus Translation nach $(1\bar{1}0)$ eingetreten ist. Das beweist auch die Tabelle 7.

Tabelle 7.

Dimensionen des Prismas: $c = 40$; $b = 30$; $a = 17$. Bez. Punkt: G.
Beob. Fl.: ac. Druckrichtung $= c$.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
K	0	— 7	— 0,305	— 0,004	+ 76
1	4,0	— 7	— 0,337	— 0,033	+ 10
1^1	4,0	— 3	— 0,156	— 0,025	+ 6,2
1^2	4,0	+ 2	+ 0,106	— 0,056	— 1,9
1^3	4,0	+ 7	+ 0,084	— 0,032	— 2,6
2	9,5	— 7	— 0,334	— 0,084	+ 4,0
2^1	9,5	— 3	— 0,184	— 0,088	+ 2,1
2^2	9,5	+ 2	— 0,031	— 0,088	+ 0,4
2^3	9,5	+ 7	+ 0,126	— 0,100	— 1,2
3	14,5	— 7	— 0,315	— 0,127	+ 2,5
3^1	14,5	— 3	— 0,187	— 0,127	+ 1,5
3^2	14,5	+ 2	— 0,023	— 0,129	+ 0,2
3^3	14,5	+ 7	+ 0,086	— 0,122	— 0,7

An ihr sind besonders die Rubriken dy und dx interessant. Es zeigt sich da, daß das, was wir bei dem vorigen Versuch noch nicht erreicht hatten, diesmal geglückt ist. Für je eine Horizontalreihe (1—1^3, 2—2^3 usw.) ist der dx-Wert constant. In horizontaler Richtung haben sich also diese Punkte nicht gegeneinander verschoben. Aber anderseits ist auch für die beiden Vertikalreihen (K—3 und 1^1—3^1) dy gleich. Daraus folgt, daß diesmal in dem Krystallstück PGK Translation nach nur einer Fläche $(1\bar{1}0)$ stattgefunden hat. Nach meiner früheren Arbeit ist auch einleuchtend, warum das so ist. Denn in ihr ist gezeigt, daß die Translation nach (011) und (101), die stattfindet, wenn die Presse auf (110) und $(\bar{1}\bar{1}0)$ ganz gleichmäßig wirkt, einen verhältnismäßig hohen Druck erfordert, und dieser wird bei der obigen Versuchsanordnung im allgemeinen rechts von PG nicht erreicht. Links dagegen tritt tatsächlich Gleitung (011) und (101) ein, und diese ist schuld, daß das dx für die Punkte der Tabelle nicht gleich 0 ist, sondern sogar verhältnismäßig hohe Werte annimmt. Die Translation nach (110) ist, wie man sieht, etwa gerade so groß, wie im vorigen Versuch. Die dadurch verursachte Spannung bei GA ist aber auch so stark, daß sie gewissermaßen das Prisma um G herumzuziehen versucht und dadurch das positive dy für 1^2 und 1^3 verursacht.

Bevor ich nun die bisher gewonnenen Resultate mit anderen Beobachtungen vergleiche, will ich zunächst die entsprechenden Versuche am Sylvin und Ammoniumchlorid mitteilen.

Versuche am Sylvin.

In meiner früheren Arbeit habe ich gezeigt, daß Translationen am Sylvin zwar nicht so regelmäßig vonstatten gehen, wie am Steinsalz, daß aber ihre Richtung im allgemeinen doch die gleiche ist wie dort. Die jetzt wichtigste und zunächst zu entscheidende Frage ist die, ob auch beim Sylvin der Oberflächenschicht besondere Eigenschaften zukommen, d. h. ob sie ebenfalls wenig dehnbar ist. Um das zu entscheiden, bin ich genau so wie beim Steinsalz vorgegangen. Ich habe also meine Versuche mit ringsum von Würfelflächen begrenzten Prismen begonnen und sie, wie in Fig. 1 angegeben ist, gepreßt. Schon ihr optisches Verhalten zeigte sofort, daß auch in bezug auf die Oberfläche Sylvin und Steinsalz einander zum mindesten sehr ähnlich sind. Denn wieder gingen von G zwei deutliche doppeltbrechende Streifen aus, der eine nach P, der andere nach P_1, entsprechend der Gleitung nach (110) und ($1\bar{1}0$). Auch die Streifen P_1P_2 und P_3P_1 traten wieder auf. Allerdings sind alle vier Streifensysteme nicht so regelmäßig ausgebildet und gegen die Umgebung so geradlinig begrenzt, wie das beim Steinsalz die Regel ist. Die optischen Eigenschaften sind beim Sylvin schwerer zu erkennen, und das ist nicht erstaunlich, da ja, wie gesagt, für die Gleitungen das Gleiche gilt. Übt man beim Sylvin auf die Würfelfläche einen Druck aus, dann liegt bekanntlich der größere Brechungsexponent der eintretenden Doppelbrechung in der Druckrichtung. Das muß man beachten bei der Beurteilung der in Diagonalstellung längs GE_1P_1 sich auch hier wieder zeigenden Doppelbrechung. Liegt der größere Brechungsexponent des eingeschalteten Gypses in der Druckrichtung, dann ist GE_1 blau und E_1P_1 gelb. GE_1 und E_1P_1 sind also gespannt, und infolgedessen treten in diesen Randpartien leicht — scheinbar noch leichter als beim Steinsalz — Sprünge auf. Über die bei der Deformation eingetretenen Punktverschiebungen klärt die Tabelle 8 auf. Bezugspunkt ist der Eckpunkt 0.

Fig. 12.

Tabelle 8 und Fig. 12 beweisen, daß sich die Oberflächenschicht am Sylvin genau so verhält, wie am Steinsalz. Sie ist ebenfalls nur in engsten

Tabelle 8.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 28$; $a = 18$.
c = Druckrichtung. ac = Beob. Fl.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0^1	0	— 4,6	+ 0,053	+ 0,005	+ 11
0^2	0	— 9,4	+ 0,135	— 0,019	— 6,5
G	0	— 10,5	+ 1,153	— 0,048	— 3,2
1	4,8	0	± 0	+ 0,083	$\frac{1}{\infty}$
1^1	4,8	— 4,5	+ 0,051	+ 0,110	+ 0,46
1^2	4,8	— 9,5	+ 0,112	+ 0,063	+ 1,8
1^3	4,8	— 17,4	+ 0,232	+ 0,002	+ 116
2	10,0	0	+ 0,052	+ 0,177	+ 0,3
2^1	10,0	— 4,2	+ 0,055	+ 0,187	+ 0,3
2^2	10,0	— 9,5	+ 0,113	+ 0,145	+ 0,7
2^3	10,0	— 17,3	+ 0,210	+ 0,056	+ 3,9
3	15,3	± 0	+ 0,036	+ 0,235	+ 0,15
3^1	15,3	— 4,2	+ 0,069	+ 0,188	+ 0,36
3^2	15,3	— 9,5	+ 0,108	+ 0,189	+ 0,58
3^3	15,3	— 17,3	+ 0,159	+ 0,103	+ 1,5

Grenzen dehnbar, und infolgedessen bewegen sich die Punkte $0^1 0^2$, G, 1, 2 und 3 fast senkrecht zum Verlauf der Kante. Jeder starke Druck, der 0 und G weiter auseinander zu treiben sucht, führt regelmäßig zum Zerspringen des Prismas. Was dieser Versuch für die Würfelfläche gelehrt

Tabelle 9.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 35$; $a = 18$. Beob. Fl.: ac.
Druckrichtung = c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
G	0	— 12	+ 0,357	— 0,030	— 12
1	4,0	0	— 0,005	+ 0,050	— 0,1
1^1	4,0	— 3	+ 0,039	+ 0,065	+ 0,6
1^2	4,0	— 8	+ 0,132	+ 0,063	+ 2,1
1^3	4,0	— 14	+ 0,268	+ 0,017	+ 16
2	9,0	0	— 0,005	+ 0,110	— 0,05
2^1	9,0	— 3	— 0,018	+ 0,091	— 0,2
2^2	9,0	— 8	+ 0,048	+ 0,101	+ 0,5
2^3	9,0	— 14	+ 0,203	+ 0,133	+ 1,6
3	14,0	0	— 0,025	+ 0,156	— 0,3
3^1	14,0	— 3	+ 0,025	+ 0,158	+ 0,2
3^2	14,0	— 8	+ 0,168	+ 0,067	+ 2,5
3^3	14,0	— 14	+ 0,149	+ 0,173	+ 0,9

hat, das beweist der folgende für eine angeschliffene Fläche. Das diesmal gepreßte Prisma ist genau so orientiert gewesen, wie das Steinsalzprisma, an welchem die Zahlen der Tabelle 3 gewonnen sind. Die Druckfläche bildete einen Winkel von 20° mit (100), entsprach daher selbst etwa (310) bezw. $(\bar{3}\bar{1}0)$; die Seitenflächen hatten die Indices $(\bar{1}30)$ und $(1\bar{3}0)$, und Beobachtungsfläche war (001). Bezugspunkt ist der freie Eckpunkt des Prismas, nämlich 0.

Die graphische Darstellung des Resultates ist hier nicht wiedergegeben, weil sie vollkommen übereinstimmt mit der zur Tabelle 4 gehörigen Fig. 6. Die Punktverschiebungen sind bei Steinsalz und Sylvin in bezug auf den freien Eckpunkt des Prismas gleich. Nach dem optischen Befunde konnte man dies nicht ohne weiteres erwarten. Denn bei dem Sylvinprisma der Tabelle 9 gehen die Translationsstreifen — abgesehen von den beiden deutlichen, in G beginnenden — sehr wirr durcheinander. Es ist schwer, aus ihnen einen sicheren Schluß zu ziehen, während dies beim Steinsalz sehr gut möglich war. Trotzdem kommt die oben betonte Übereinstimmung zwischen Steinsalz und Sylvin zustande, weil die bei beiden wenig dehnbare Oberfläche die Punktverschiebung beherrscht.

Der Kürze halber will ich hier den, der Tabelle 4 entsprechenden Versuch nicht anführen, sondern nur den aus ihm zu ziehenden Schluß: Die Verkürzung, die ein Sylvinprisma durch Druck erfährt, muß sich umso gleichmäßiger über den ganzen Krystall verteilen, je größer sie, absolut genommen, ist. Daß das tatsächlich so ist, beweist die nächste Tabelle, bei der genau die gleichen Bezeichnungen, wie bei Nr. 5 gewählt sind.

Tabelle 10.

Dimensionen des Prismas: $c = 42$; $b = 40$; $a = 10$. Beob. Fl.: bc
Druckrichtung: c.

P	y	V_1	V_1^0	V_2	V_2^0	V_3	V_3^0
1	0,7						
		0	0	0,063	5	0,151	7
2	6,6						
		0,040	7	0,135	10	0,248	12
3	13,8						
		0,108	19	0,268	20	0,392	19
4	20,7						
		0,132	24	0,357	28	0,540	26
5	28,0						
		0,181	32	0,341	26	0,516	25
6	35,5						
		0,098	18	0,144	11	0,244	11
7	41,8						

Trägt man die obigen Werte so auf, wie das mit denen der Tabelle 5 in Fig. 8 geschehen ist, so zeigt sich auch hier, daß die V_1^0-Kurve ziemlich krumm verläuft, während V_2^0 und noch mehr V_3^0 sich deutlich der Geraden nähern. Nach dem früheren ist das die Bestätigung der oben aus-

gesprochenen Erwartung. Auch bei den zwei folgenden Versuchen, die denen der Tabelle 6 und 7 analog sind, kann ich mich kurz fassen. Sie beweisen, daß man auch beim Sylvin eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung erreichen kann, wenn die sie verursachende Translation senkrecht zur Druckfläche erfolgt. In Tabelle 11 ist der Versuch aufgeführt, der für das Steinsalz in Tabelle 6 wiedergegeben ist. Druckfläche ist also (100), Beobachtungsfläche (011), Seitenflächen (01$\bar{1}$) und (0$\bar{1}$1) und Bezugspunkt *G*.

Tabelle 11.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $a = 30$; $b = 40$. Beob. Fl.: *ac*.
Druckrichtung: *c*.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0	0	+ 10,6	— 0,147	— 0,045	+ 3,3
1	4,5	+ 10,6	— 0,178	+ 0,029	— 6
2	10,3	+ 10,6	— 0,172	+ 0,092	— 1,9
3	16,0	+ 10,6	— 0,163	+ 0,117	— 1,4
1^1	4,5	+ 7,0	— 0,139	+ 0,032	— 4,4
2^1	10,3	+ 7,0	— 0,172	+ 0,105	— 1,7
3^1	16,0	+ 7,0	— 0,177	+ 0,152	— 1,1
1^2	4,5	+ 2,0	— 0,072	+ 0,030	— 2,4
2^2	10,3	+ 2,0	— 0,113	+ 0,087	— 1,3
3^2	16,0	+ 2,0	— 0,163	+ 0,116	— 1,4
2^3	10,3	— 3,0	— 0,064	+ 0,055	— 1,2
3^3	16,0	— 3,0	— 0,141	+ 0,070	— 2,0

Die in *G* einsetzende Translation nach (01$\bar{1}$), die bei diesem Versuch vorherrscht, habe ich so weit getrieben, wie es nur der Krystall irgend zulassen wollte. Trotzdem bin ich damit nie so weit gekommen, wie beim Steinsalz. Die *dy*-Werte von 0, 1 usw. sind hier beträchtlich kleiner, als dort. Die Zugfestigkeit scheint beim Sylvin geringer zu sein, als beim Steinsalz. Translation nach (01$\bar{1}$) allein ist auch beim Sylvin nicht möglich, wie die schwankenden *dy*- und *dx*-Werte der Punkte einer Vertikal- bzw. Horizontalreihe beweisen. Ich lasse nun gleich Tabelle 12 folgen (entsprechend Tabelle 7 beim Steinsalz). — Druckfläche ist (110), Seitenflächen (1$\bar{1}$0) und ($\bar{1}$10), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt *G*.

Man sieht wieder, daß *dx* für 0 und 0^1, ebenso wie für 1 und 1^1; 2 und 2^1; 3 und 3^1 gleich ist, und daß ferner die *dy*-Werte in einer Verticalreihe (0—3 und 0^1—3^1) nur wenig voneinander abweichen. Es beweist das, daß auch beim Sylvin bei dieser Versuchsanordnung in dem freien Krystallteil *PGK* der Fig. 9 Translation ausschließlich nach (1$\bar{1}$0) eingetreten ist. Optisch stimmen die Prismen der Tabellen 11 und 12 vollkommen miteinander überein, d. h. sie verhalten sich genau so, wie die

entsprechenden Steinsalzpräparate, wenigstens wenn man dabei bedenkt, daß durch Druck auf den Würfel der Sylvin positiv einaxig wird.

Tabelle 12.

Dimensionen des Prismas: $c = 45$; $b = 40$; $a = 20$. Beob. Fl.: ac.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0	0	— 9	— 0,189	— 0,045	+ 4,2
0^1	0	— 5	— 0,115	— 0,053	+ 2,2
1	6	— 9	— 0,175	— 0,106	+ 1,7
1^1	6	— 5	— 0,130	— 0,117	+ 1,2
1^2	6	+ 1	— 0,035	— 0,068	+ 0,5
2	11,5	— 9	— 0,162	— 0,161	+ 1
2^1	11,5	— 5	— 0,130	— 0,159	+ 0,8
2^2	11,5	+ 1	— 0,093	— 0,138	+ 0,7
3	19,0	— 9	— 0,162	— 0,192	+ 0,8
3^1	19,0	— 5	— 0,153	— 0,191	+ 0,8
3^2	19,0	+ 1	— 0,129	— 0,195	+ 0,6

Versuche am Ammoniumchlorid und Ammoniumbromid.

Johnsen[1]) hat nachgewiesen, daß beim Ammoniumchlorid das Rhombendodekaëder Translationsfläche ist, Translationsrichtung in ihr aber nicht die lange, sondern die kurze Diagonale. Aus Mangel an Material war ich vor einem halben Jahr zu eigenen Versuchen hierüber nicht gekommen. In den letzten Monaten ist es mir aber geglückt, aus stark harnstoffhaltiger Lösung in den vorzüglichen Krystallisierkellern des hiesigen Instituts, große, bis zu 2 cm lange, klare, rings von Würfelflächen begrenzte Krystalle zu erhalten. Mit diesen sind die folgenden Versuche angestellt.

Zuerst kam es mir darauf an, zu entscheiden, ob die kurze Diagonale des Rhombendodekaëders die einzige Translationsrichtung ist, oder ob es, ähnlich wie bei $NaCl$ und KCl deren noch mehrere gibt. Schon der Versuch der nächsten Tabelle gibt darauf eine ziemlich bestimmte Antwort. In ihr ist nämlich in $\mu\mu$ der Betrag der Doppelbrechung aufgeführt, den ein NH_4Cl-Prisma erreicht, wenn man es senkrecht zum Würfel zusammenpreßt. Mit d ist die durch den Druck verursachte Verkürzung des Krystalles bezeichnet. Die Doppelbrechung habe ich mit einem Siedentopf'schen Compensator gemessen, aber nicht sofort nach dem Anziehen der Schraube, sondern erst nach etwa $\frac{1}{4}$ Stunde. Es geschah das, weil in den ersten Minuten nach dem Pressen die Doppelbrechung immer etwas sinkt und erst dann einen Gleichgewichtszustand erreicht.

1) Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1902, **2**, 133. Ausz. diese Zeitschr. **39**, 629.

Tabelle 13.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 40$; $a = 25$.
Druck-Fl.: *ba*; Beob. Fl.: *bc*.

d	$\mu\mu$
0,125	600
0,250	1200
0,370	2900
0,500	4700
0,600	6300
0,700	7800
0,740	8300

Trägt man d als Abscisse und $\mu\mu$ als Ordinate auf, dann liegen die Punkte der Tabelle auf einer, am 0-Punkt beginnenden, schräg ansteigenden Geraden; d. h. also: die Doppelbrechung ist der Verkürzung proportional. Beim Steinsalz ist das nicht so. Dort erreicht die Doppelbrechung beim Pressen sehr bald einen maximalen Wert, der auch bei sehr starker Verkürzung nicht nennenswert überschritten wird. Wie ich früher gezeigt habe, kommt das beim Steinsalz daher, daß bei ihm schon ein geringer Druck Translation hervorruft. Diese verhindert das weitere Wachsen der Doppelbrechung.

Da beim Ammoniumchlorid nichts von einer oberen Grenze der Doppelbrechung zu merken ist, so heißt das mit anderen Worten, daß man bei ihm durch Druck auf die Würfelfläche keine, oder nur sehr geringe Translation bewirken kann. Hieraus folgt wiederum, daß für das Ammoniumchlorid die kurze Diagonale des Rhombendodekaëders die einzige Translationsrichtung ist, und es neben ihr keine anderen gibt; denn sonst müßte man durch Druck auf (100) Gleitung in größerem Maße hervorrufen können. Das einzige was an dem beobachteten Prisma auf eine wenigstens geringe Translation hinweist, sind schwach doppeltbrechende Streifen, die $\perp$ und $\parallel$ zur Druckrichtung verlaufen. Bezeichnet man die Druckfläche mit (100), dann sind sie durch Verschiebungen nach (011) bzw. (101) hervorgerufen. Aber wie gesagt: sie sind ihrem absoluten Betrage nach sehr gering; denn die Gleitung längs (011) wird durch die Wand der Presse behindert, und die nach (101) steht senkrecht zur Druckrichtung, kann also auch schon darum nicht bedeutend sein. Daher hat es auch keinen Sinn, Punktverschiebungen auf einem solchen Prisma zu messen. Man muß dazu schon anders orientierte benutzen, wie das bei den folgenden Versuchen auch geschehen ist. Tabelle 14 wurde mit einem Prisma erhalten, bei dem die angeschliffene Druckfläche einen $\measuredangle$ von 15^0 mit (100) bildete; sie entspricht also etwa einer P-Würfelfläche mit den Indices (140). Beobachtungsfläche war (001). Bezugspunkt ist K, die eine Prismenecke.

Tabelle 14.

Dimensionen des Prismas: $c = 60$; $a = 26$; $b = 45$. Beob. Fl.: ac.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
1	5	0	— 0,255	— 0,083	+ 3,2
2	11	0	— 0,269	— 0,066	+ 4,0
3	17	0	— 0,268	— 0,073	+ 3,7
4	22	0	— 0,282	— 0,058	+ 4,9
1^1	5	+ 4,5	— 0,183	— 0,035	+ 5,2
2^1	11	4,5	— 0,262	— 0,053	+ 5,0
3^1	17	4,5	— 0,268	— 0,053	+ 5,0
4^1	22	4,5	— 0,282	— 0,042	+ 6,9
1^2	5	10,0	— 0,111	— 0,024	+ 4,6
2^2	11	10,0	— 0,142	— 0,043	+ 3,3
3^2	17	10,0	— 0,146	— 0,015	+ 9
4^2	22	10,0	— 0,180	— 0,014	+ 13
1^3	5	16,0	— 0,044	— 0,008	+ 5,5
2^3	11	16,0	— 0,079	— 0,008	+ 10
3^3	17	16,0	— 0,090	— 0,004	+ 22
4^3	22	16,0	— 0,132	— 0,004	+ 33

Fig. 13 stellt das Resultat der Tabelle graphisch dar. Zur näheren Erörterung des Versuches, machen wir, analog wie früher, die Annahme, das Ammoniumchlorid verhalte sich so, als ob es nach dem Rhombendodekaëder in dünne, in sich starre Platten zerschnitten sei, die sich nach dessen kurzer Diagonale — und zwar nur danach — gegeneinander verschieben lassen. Wir wollen sehen, wie dazu die obigen Zahlen stimmen. Aus dieser Vorstellung und den am Steinsalz gemachten Erfahrungen folgt, daß bei unserem Versuch die Translation vornehmlich nach (101) vor sich gehen muß, weil zur Bewegung längs dieser Fläche, die (001) parallel KK_1 und MM_1 schneidet, ein Minimum von Druck erforderlich ist. Alle Punkte müßten sich darnach in der Richtung KK_1 verschieben, und $\frac{dy}{dx}$ müßte für sie ausnahmslos $= + 3,7$ sein. Bei 1, 2 und 3 ist das auch der Fall; für die meisten anderen Punkte aber, speziell für 2^3, 3^3 4^3 ist aber $\frac{dy}{dx}$ viel zu groß, sie bewegen sich zu sehr geradeaus.

Fig. 13.

Um den Grund hierfür zu finden, muß man bedenken, daß die Gleitplatten (101) in dem Bezirk KMK_1M_1 an beiden Enden wider die Pressewand stoßen, und daß infolgedessen in diesem Gebiet ihre Verschiebung gegeneinander sehr erschwert ist. Hierdurch kommt nun Translation noch nach einer zweiten Fläche, nämlich nach (011) zustande, die (001) längs N_1N schneidet, die Punkte also auch parallel dieser Linie verschiebt. Das Zusammenwirken der beiden Translationen bringt es nun dazu, daß die Punkte 2^3, 3^3 und 4^3 beinahe parallel der Druckrichtung vorwärts geschoben werden. In dem Gebiet NKN_1 ist freilich Translation nach (011) nur beschränkt möglich, weil sie dort durch die Pressewand gehemmt wird. Infolgedessen ist auch für die in ihm und in seiner Nähe liegenden Punkte $\frac{dy}{dx}$ dem ursprünglich geforderten Werte $+ 3{,}7$ sehr nahe. Recht interessant ist das optische Verhalten des Prismas. Besonders auffallend ist dabei, daß der Bezirk der nicht frei endenden Gleitplatten, KMK_1M_1 sich durch seine viel stärkere Doppelbrechung deutlich von der Umgebung abhebt. Bei dem obigen Versuch zeigte er Weiß höherer Ordnung, während die Teile MNM_1 und KRK_1 nur Grau erster Ordnung aufwiesen. Nach dem Früheren ist das leicht erklärlich. Die Gleitplatten der Gebiete MNM_1 und KRK_1 können durch Translation dem Druck ausweichen; die innerhalb KMK_1M_1 aber nicht. Auf sie concentriert sich daher seine ganze Wirkung, und die Folge ist die hohe Doppelbrechung. Ich habe nun ein Prisma untersucht, bei dem $(10\bar{1})$ Druckfläche, (101) Beobachtungsfläche und (010) bzw. $(0\bar{1}0)$ Seitenflächen waren. Bezugspunkt war der eine Eckpunkt.

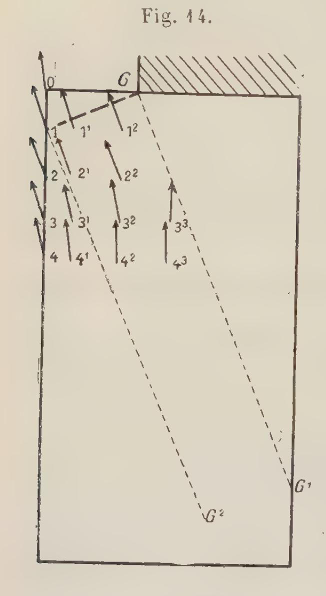
Tabelle 15.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 27$; $a = 18$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	9	— 4	— 0,068	— 0,011	+ 6,2
3	15	— 4	— 0,203	+ 0,002	— 101
4	20	— 4	— 0,317	— 0,007	+ 45
2^1	9	— 7	— 0,081	+ 0,002	— 41
3^1	15	— 7	— 0,302	— 0,002	+ 151
4^1	20	— 7	— 0,319	+ 0,002	— 160
2^2	9	— 13	— 0,097	+ 0,036	— 2,4
3^2	15	— 13	— 0,208	— 0,042	+ 5
2^3	9	— 18	— 0,078	+ 0,018	— 4,3
4^3	20	— 18	— 0,329	+ 0,052	— 6,3
2^4	9	— 22	— 0,072	+ 0,008	— 9
3^4	15	— 22	— 0,220	+ 0,019	— 11,5
4^4	20	— 22	— 0,307	— 0,035	+ 9

Aus den hohen Werten für $\frac{dy}{dx}$ erkennt man, daß sich alle Punkte der Druckrichtung parallel bewegen. Das ist auch zu erwarten; denn bei der obigen Orientierung des Prismas, ist Translation nur nach (110) und (011) möglich, und deren Projection auf die Beobachtungsfläche fällt mit der Druckrichtung zusammen. Die Punktverschiebungen der beiden letzten Tabellen könnte man allerdings auch mit der Annahme erklären, daß (100) Translationsfläche beim NH_4Cl sei. Das optische Verhalten des letzten Prismas erweist diese Vermutung aber als falsch. Denn auf der Beobachtungsfläche zeigen sich dort Translationsstreifen, die der Druckrichtung parallel laufen. Diese könnten bei einer Gleitung nach dem Würfel nicht auftreten.

Fig. 14.



Zusammenfassend können wir also bis jetzt sagen, daß sich die Plattentheorie zur Darstellung der Deformationen auch bei NH_4Cl bewährt.

Wie steht es nun hier mit der Oberflächenschicht? — Das sollen die nächsten Versuche entscheiden. Bei dem der Tabelle 16 (Fig. 14) bildet die Druckfläche mit dem Würfel einen $\measuredangle$ von 22°. Sie entspricht also etwa einer Fläche mit den Indices ($2\bar{5}0$). Beobachtungsfläche ist (001) und Bezugspunkt G.

Tabelle 16.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 27$; $a = 15$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0	0	— 10	— 0,561	— 0,103	+ 5,5
1	4	— 10	— 0,634	— 0,194	+ 3,3
2	9	— 10	— 0,548	— 0,225	+ 2,5
3	14	— 10	— 0,596	— 0,138	+ 4,3
4	18	— 10	— 0,611	— 0,090	+ 6,8
1^1	4	— 7	— 0,586	— 0,223	+ 2,7
2^1	9	— 7	— 0,556	— 0,239	+ 2,3
3^1	14	— 7	— 0,622	— 0,164	+ 3,9
4^1	18	— 7	— 0,629	— 0,100	+ 6,3
1^2	4	— 2	— 0,422	— 0,178	+ 2,3
2^2	9	— 2	— 0,496	— 0,196	+ 2,5
3^2	14	— 2	— 0,593	— 0,125	+ 4,9
4^2	18	— 2	— 0,641	— 0,080	+ 8,0
3^3	14	+ 3	— 0,361	+ 0,054	— 6,9
4^3	18	+ 3	— 0,513	+ 0,039	— 13

Nach den Erfahrungen der Tabelle 14 mußte man erwarten, daß die Punkte 0, 1, 1^1, 1^2 und ihre Nachbarn sich nur längs (101) verschöben, und daß $\frac{dy}{dx}$ dementsprechend für sie alle $= + 2{,}5$ wäre. Für 1—1^2, und auch 2—2^2 stimmt das tatsächlich recht gut, nicht mehr aber für 0. Für diesen Eckpunkt ist $\frac{dy}{dx} = + 5{,}5$, also viel zu groß. Auf ihn hat offenbar auch Translation nach (011) gewirkt. Diese Vermutung wird durch das optische Verhalten des Prismas bestätigt. Denn im polarisierten Licht sieht man, daß von G zwei sehr deutliche und stark doppeltbrechende Streifen ausgehen. Der eine läuft nach G_1, und ist (101) parallel, der andere nach 1, parallel zu (011). Es ist daraus klar, daß NH_4Cl sich ganz analog wie KCl und $NaCl$ verhält. Die Translation längs GG_1 ruft infolge Spannung der Oberfläche $0G$ eine Gleitung von 1 nach G hervor. Um die Ähnlichkeit mit dem Steinsalz noch zu erhöhen, tritt auch bei $1G_2$ ein ziemlich deutlicher doppeltbrechender Streifen auf. D. h. also: der Rand 02 ist gleichfalls gespannt. Freilich; ein wichtiger Unterschied gegenüber dem Steinsalz ist vorhanden: Der Rand $0G$ wird bei der Deformation nicht unwesentlich gedehnt. Eine Vergrößerung der Oberfläche scheint darnach in viel größerem Umfange beim NH_4Cl als beim $NaCl$ möglich zu sein. Das wird durch die folgende Tabelle bestätigt. Druckfläche ist diesmal (110), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt 0. (Fig. 15.)

Fig. 15.

Dem allgemeinen Charakter nach stimmen Tabelle 1 und 17 in der Darstellung der Fig. 3 und 15 miteinander überein. Denn in beiden Fällen bewegen sich die Punkte gleichsam um die freie Ecke des Prismas herum. Aber während beim Steinsalz die Entfernung der Kantenpunkte von der Ecke constant bleibt, nimmt sie — wie man aus den dy- und dx-Werten der obigen Tabelle erkennen kann — beim NH_4Cl nicht unbeträchtlich zu. Beim Ammoniumchlorid sind also Verschiebungen in der Oberfläche auch dann in größerem Maße möglich, wenn sie selbst dabei vergrößert wird. Allerdings wird einer derartigen Deformation auch hier ein ziemlich großer Widerstand entgegengesetzt. Darauf weist erstens die oben besprochene Ähnlichkeit der Punktbewegung mit der beim Steinsalz hin, und zweitens die Gleichheit in dem optischen Verhalten der $NaCl$- und NH_4Cl-Prismen.

Tabelle 17.

Dimensionen des Prismas: $c = 60$; $a = 24$; $b = 39$. Beob. Fl.: *ac*.
Druckrichtung: *c*.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0^1	0	3	+ 0,659	— 0,059	— 2,7
0^2	0	7	+ 0,327	— 0,047	— 6,6
G	0	10	+ 0,655	+ 0,170	+ 3,8
1	4	0	+ 0,067	— 0,206	— 0,33
1^1	4	3	+ 0,232	— 0,191	— 1,2
1^2	4	7	+ 0,382	— 0,195	— 1,9
1^3	4	12	+ 0,622	— 0,093	— 6,9
1^4	4	19	+ 0,765	+ 0,115	+ 6,9
2	8	0	+ 0,099	— 0,402	— 0,25
2^1	8	3	+ 0,225	— 0,385	— 0,57
2^2	8	7	+ 0,308	— 0,315	— 1,0
2^3	8	12	+ 0,429	— 0,162	— 2,4
2^4	8	19	+ 0,741	+ 0,136	+ 5,3
3	13	0	+ 0,124	— 0,470	— 0,27
3^1	13	3	+ 0,173	— 0,467	— 0,37
3^2	13	7	+ 0,200	— 0,402	— 0,50
3^3	13	12	+ 0,281	— 0,237	— 1,2
3^4	13	19	+ 0,418	— 0,059	— 7,0
4	18	0	+ 0,116	— 0,500	— 0,23
4^1	18	3	+ 0,103	— 0,449	— 0,23
4^2	18	7	+ 0,079	— 0,439	— 0,18
4^3	18	12	+ 0,159	— 0,335	— 0,48
4^4	18	19	+ 0,246	— 0,151	— 1,7

In Fig. 15 gehen nämlich wieder von G zwei aufeinander senkrecht stehende, einen $\measuredangle$ von 45° mit der Druckfläche bildende Streifen aus: der eine endet in P_1, der andere in P, wo sie beide verstärkte Translation nach $P_2 P_1$ und bzw. $P_2 P$ verursachen. Der Mechanismus der Deformation ist also bei Steinsalz und Ammoniumchlorid insofern gleich, als er beherrscht wird von der gespannten Oberfläche. Gleitung nach vornehmlich einer Fläche kann man beim NH_4Cl verhältnismäßig leicht bewirken, wie es die folgende Tabelle beweist. Druckfläche ist (100), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt G.

Aus der zugehörigen Fig. 16 erkennt man, daß die Punkte 0^1—3^1 sich gerade nach unten bewegen infolge von Translation nach (110). Die Punkte 1, 2, 3 gleiten dagegen ein wenig nach der Seite. Dies ist dadurch verursacht, daß bei ihnen auch noch Translation nach (101) stattfindet. Man sollte eine solche Gleitung eigentlich nicht für möglich halten, da sie senkrecht zur Druckrichtung erfolgt. Sie kommt aber doch zustande, weil das Prisma bei der Deformation etwas um den Punkt G herumgebogen wird. Darauf

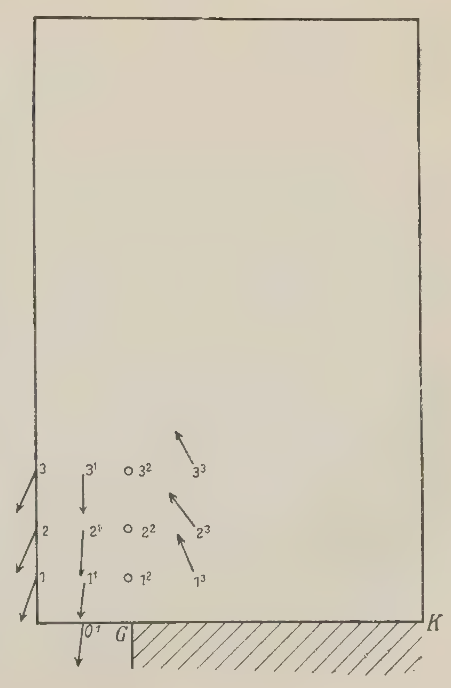
Tabelle 18.

Dimensionen des Prismas; $c = 64$; $b = 41$; $a = 20$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0^1	0	+ 5	— 0,180	+ 0,021	— 9
1	5	+ 10	— 0,160	+ 0,062	— 2,7
2	10	+ 10	— 0,160	+ 0,084	— 2,0
3	16	+ 10	— 0,224	+ 0,110	— 2,0
1^1	5	+ 5	— 0,178	— 0,003	+ 59
2^1	10	+ 5	— 0,160	+ 0,013	— 12
3^1	16	+ 5	— 0,170	— 0,003	+ 57
1^2	5	0	+ 0,023	+ 0,008	+ 3
2^2	10	0	+ 0,008	+ 0,032	+ 0,3
3^2	16	0	+ 0,018	+ 0,042	+ 0,4
1^3	5	— 7	+ 0,065	+ 0,036	+ 2
2^3	10	— 7	+ 0,049	+ 0,040	+ 1,2
3^3	16	— 7	+ 0,090	+ 0,040	+ 1,2

weist auch das positive dy von 1^3—3^3 hin. Infolgedessen wird (110) ein wenig schräg gestellt, und dadurch tritt Gleitung nach dieser Fläche ein. Bei den Punkten 1^2—3^2 ist kein Pfeil angezeichnet, weil sie, infolge ihrer Lage senkrecht über G, praktisch nicht verschoben werden. Zwischen gekreuzten Nikols erscheint das Prisma wegen der vorherrschenden Translation nach (110) von Streifen parallel der Druckrichtung durchzogen. Sie sind sehr stark doppeltbrechend in dem Gebiete $3^2 GK$, da dort die Gleitplatten oben und unten an die Pressewand anstoßen und dem Drucke nicht ausweichen können. Dagegen zeigt der Teil $G 3^2 3$ meist nur Grau erster Ordnung; denn dort können ja die Gleitplatten sich frei nach unten bewegen. Beide Bezirke, der schwach- und der starkdoppeltbrechende, sind längs $G 3^2$ scharf gegeneinander abgegrenzt. Über die Translation beim Ammoniumbromid ist wenig zu sagen; denn sie gehen genau so vor sich, wie beim Chlorid. Zwischen

Fig. 16.



den beiden Salzen besteht nur insofern ein Unterschied, als die Gleitplatten beim Bromid in sich nicht so fest sind, als beim NH_4Cl. Das Ammoniumbromid ist also, mit anderen Worten, weicher. Bewiesen wird das durch die folgende Tabelle. In ihr ist — analog dem Versuch von Tabelle 13 für das Chlorid — die Doppelbrechung (in $\mu\mu$) aufgeführt, die ein NH_4Br-Prisma beim Zusammenpressen erfährt. Die Verkürzung ist wieder mit d bezeichnet. Man sieht nun, daß zum Unterschied vom Chlorid die Doppelbrechung nicht mehr d proportional wächst, sobald dieses größere Werte annimmt. Die Gleitplatten halten eben hier einem größeren Drucke nicht mehr Stand und werden in sich selbst zusammengedrückt.

Tabelle 19.

Dimensionen des Prismas: $c = 45$; $b = 32$; $a = 17$.
Beob. Fl.: bc. Druckrichtung: c.

d	$\mu\mu$
0,250	200
0,400	300
0,550	350
0,700	350
0,850	350
1,000	350

Die Voigt'schen Untersuchungen über die Zerreißungsfestigkeit von Steinsalz.

Das wichtigste Resultat der bisherigen Versuche ist wohl die Feststellung der Tatsache, daß sich die Oberflächenschicht der drei untersuchten Körper physikalisch anders verhält, als das Krystallinnere. Natürlich drängt sich einem nun sofort die Frage auf, ob schon andere Erscheinungen bekannt sind, die zu einer ähnlichen Folgerung Anlaß geben. Beim Steinsalz ist das tatsächlich der Fall. A. Sella und W. Voigt[1] haben nämlich die Zerreißungsfestigkeit dieses Minerals geprüft, und sind dabei zu einem sehr merkwürdigen Ergebnis gekommen. »Die Beobachtungen haben nämlich mit voller Sicherheit bewiesen, daß die Tragfähigkeit eines rechteckigen Prismas von krystallinischer Substanz nicht allein von der Orientierung der Prismenaxe, parallel welcher der Zug wirkt, abhängt, sondern in sehr starkem Maße auch von der Orientierung der das Prisma begrenzenden Seitenflächen.« Bis zu welchem Grade das der Fall ist, soll die folgende Zusammenstellung, die der oben zitierten Arbeit entnommen

1) Annalen d. Physik, Neue Folge 1893, **48**, 636. Ausz. diese Zeitschr. **25**, 580.

ist, noch etwas genauer zeigen. Ursprünglich hatten Sella und Voigt ihre Versuche begonnen, um festzustellen, wie die Zerreißungsfestigkeit des Steinsalzes mit der Zugrichtung wechselt. Zu diesem Zwecke stellten sie sich verschieden orientierte Prismen her, die sie vorsichtig so lange belasteten, bis sie zersprangen. Die hierzu nötige Zugkraft (p), ausgedrückt in Gramm pro Quatratmillimeter, gibt dann die Zerreißungsfestigkeit an. »Bezeichnet S den Winkel der Längsaxe dieser Prismen mit einer Würfelhauptaxe, so entspricht sich:

$S =$	0°	15°	30°	45°
$p =$	571	553	737	1150.«

Man sieht, die Cohäsionsunterschiede in den verschiedenen Richtungen sind sehr groß; aber ähnlich bedeutende Differenzen in der Zugfestigkeit ergeben sich, wenn man die Orientierung der Prismenlängsaxen ungeändert läßt, dagegen die Seitenflächen bei den einzelnen Versuchen verschieden wählt. Die folgenden, auf S. 650 der genannten Arbeit aufgeführten Zahlen erläutern das.

1. Stäbe mit der Längsrichtung in einer Hauptaxe.

Bezeichnet R den Winkel der Querdimension gegen die beiden anderen Axen, so entspricht sich:

$R =$	0°	22,5°	45°
$p =$	571	714	917

2. Stäbe mit der Längsrichtung in der Halbierungslinie des Winkels zweier Hauptaxen.

Bezeichnet ω den Winkel der einen Querdimension gegen die Ebene derselben zwei Axen, so entspricht sich:

$\omega =$	0°	19°	38°	45°
$p =$	115	162	173	184

Die Zusammenstellung unter 1. besagt beispielsweise, daß die Zugfestigkeit eines rings von Würfelflächen begrenzten Prismas fast nur halb so groß ist, als die eines solchen, dessen Seitenflächen Rhombendodekaëder sind. Der Einfluß der Seitenflächen auf die Zerreißung ist also nicht nur merklich, sondern er ist sogar sehr groß und ausschlaggebend. Wie ist er zu erklären? Voigt sagt darüber folgendes[1]: »Daß die Oberflächenschicht eines festen Körpers infolge der Molekularkräfte eine andere Constitution besitzt, als die inneren Teile, ist nicht zu bezweifeln, und man muß, nachdem die Elasticitätsbeobachtungen eine Abhängigkeit der inneren Drucke von der Richtung ergeben haben, annehmen, daß auch diese Oberflächenschicht mit der Orientierung der Grenzflächen wechselt. Ihre Dicke muß

1) S. 654.

gegen die Dicke der gewöhnlich benutzten Beobachtungsobjekte unmerklich sein, denn sonst könnten die Elasticitätsmessungen einerseits nicht den theoretisch geforderten Zusammenhang zwischen Deformation und Dimension ergeben, anderseits müßte die Biegung eines Stabes von der Orientierung seiner Seitenflächen abhängen, was in Wirklichkeit nicht stattfindet. Aber diese unmerklich dünne, in ihrem Verhalten nach innen zu stetig in den normalen Zustand der Materie übergehende Schicht kann trotzdem die Tragfähigkeit stark beeinflussen, wenn sie die Eigenschaft hat, bei einer geringeren Dehnung zu zerreißen, als ein Faden im Inneren. Denn ein bei einer gewissen Dehnung entstehender Riß in der Oberflächenschicht bedeutet eine Schwächung des bezüglichen Querschnittes und breitet sich notwendig, da die inneren Spannungen mit abnehmendem Querschnitt wachsen, über den Querschnitt aus. Die Eigenschaft, welche die Tragfähigkeit bestimmt, würde hiernach, beim Steinsalz wenigstens, nicht eine Volumen-, sondern eine Flächenfestigkeit sein.«

Man sieht, Voigt kommt auf Grund ganz anderer Versuche, als ich sie ausgeführt habe, mit Notwendigkeit dazu, eine besondere Oberflächenschicht beim Steinsalz anzunehmen. Er stellt also ganz die gleiche Hypothese auf, die ich zu Beginn dieser Arbeit zur Erklärung meiner Experimente eingeführt habe. Insofern ergänzen sich Versuche über Zerreißungsfestigkeit und Translation beim Steinsalz auf das schönste. Die oben zitierten Sätze Voigt's sind auf die Gleitung direkt anwendbar. Allerdings kann man mit meinen Versuchen nicht beweisen, daß die Oberflächenschichten krystallographisch verschiedenwertiger Flächen sich auch verschieden verhalten. Dieser Satz bedarf aber auch keines besonderen Beweises mehr, denn er ist eine einfache Folgerung aus den Gesetzen der Krystallographie. Wenn sich nach meinen Versuchen alle Flächen gleich schwer dehnen lassen, so kommt das nur daher, weil meine Methode nicht empfindlich genug gewesen ist, um die sicher vorhandenen Unterschiede nachzuweisen. Abgesehen von diesem verhältnismäßig unwichtigen Punkt stimmt vor allem die eine Forderung Voigt's, wonach die Oberflächenschicht die Eigenschaft haben soll, bei einer geringeren Dehnung zu reißen, als ein Faden im Inneren, sehr gut zu den obigen Resultaten. Voigt's Hypothese läßt sich gewissermaßen aus ihnen ableiten. Denn sie haben ja gezeigt, daß im Inneren des Krystalls jedwede mechanische Beanspruchung durch Gleitung ausgeglichen werden kann. Der Oberfläche ist das dagegen nur in beschränktem Maße möglich. Besonders kann sie auf einen Zug nicht mit Dehnung reagieren. Die Folge davon ist, daß sie durch ihn stärker als das Krystallinnere gespannt wird und natürlich auch eher reißt. Das ist aber das gleiche, was Voigt oben gesagt hat. Freilich macht man bei dieser Erklärung die stillschweigende Voraussetzung, daß beim Dehnen eines Steinsalzprismas bis zum Zerreißen die Elasticitätsgrenze überschritten wird,

und Gleitungen im Krystallinneren zustande kommen. Die Richtigkeit dieser Annahme wird dadurch bewiesen, daß die zerrissenen Prismen regelmäßig Translationsstreifen zeigen. Auch Voigt ist die Gleitung aufgefallen und er hat wiederholt auf sie hingewiesen. Man kann sie übrigens sehr schön unter dem Mikroskop bei Bestimmung der Tragfähigkeit, die ja in einer leicht ableitbaren Beziehung zur Zerreißungsfestigkeit steht, und daher auch von Voigt gemessen worden ist, beobachten. Belastet man nämlich ein rings von Würfelflächen begrenztes und an beiden Enden aufliegendes Steinsalzprisma in der Mitte, so sieht man, wie von dem Belastungspunkt aus zwei senkrecht übereinanderstehende und einen ∢ von 45^0 mit der belasteten Fläche bildende, doppeltbrechende Streifen ausgehen. Sie laufen also dem Rhombendodekaëder parallel und sind dadurch verursacht, daß Gleitung nach ihnen stattgefunden hat, und auch noch bis zum Platzen des Prismas stattfindet. — Die interessanten Erscheinungen beim Zerreißen des Steinsalzes haben Voigt[1]) veranlaßt, auch noch seine Drillungsfestigkeit zu untersuchen. Prismen, deren Längsaxe mit einer Würfelnormalen zusammenfiel, und deren Seitenflächen teils Würfelflächen (diese sind mit W_1 bezeichnet), teils Rhombendodekaëderflächen (W_2) waren, wurden tordiert, und wiederum die Kraft p, die zum Zerreißen des Krystalles nötig war, in Gramm pro Quadratmillimeter bestimmt. Dabei stellte sich heraus, daß die W_1-Präparate bei $p = 274$, und die W_2-Präparate bei $p = 283$ platzten. »Dies ist ein unerwartetes Resultat, wenn man bedenkt, daß bei einseitigem Zug, unter sonst gleichen Verhältnissen, auch bei gleicher Lage der Begrenzungsfläche p bzw. gleich 115,0 und 200,0 gefunden worden ist. Auch die absolute Größe der obigen Werte ist überraschend, da neben der Zugkraft ein gleich großer Druck in einer zur ersteren normalen Richtung stattfindet und dieser noch einen Anteil zu der durch die Zugkraft bewirkten, ihrer parallelen Längsdehnung hinzufügt, so hätte man eher einen kleineren Wert p, als bei bloß einseitigem Druck erwarten mögen.« So lautet Voigt's eigenes Urteil über seine Versuche. Mir scheint, daß man auf Grund meiner Messungen eine recht plausible Antwort darauf geben kann, warum die Werte der Zerreißungs- und der Drillfestigkeit nicht recht zueinander stimmen wollen. Beim Drillen wird ja die Oberfläche viel mehr deformiert, als eigentlich vergrößert und einer solchen Beanspruchung kann sie nach meinen Erfahrungen beim Steinsalz eben so leicht nachgeben, wie das Krystallinnere. Sie wird infolgedessen nicht besonders stark gespannt und hat auch keinen Grund, früher als irgendeine andere Stelle an dem Prisma zu reißen oder zu springen. Die beim Zerreißen sich so sehr bemerkbar machende Eigenschaft der Oberflächenschicht, ihre Undehnbarkeit, kann hier nicht zur Wirkung kommen. Infolgedessen ist

---

1) Annalen d. Physik, Neue Folge 1898, **48**, 657. Ausz. diese Zeitschr. **25**, 580.

erstens die Drillungsfestigkeit bei den W_1- und W_2-Präparaten gleich; d. h. sie ist unabhängig von der Art der Seitenfläche, und zweitens ist ihr Wert wesentich größer, als man nach der Zerreißungsfestigkeit erwarten sollte.

Nach meiner Auffassung kommt also, kurz gesagt, der starke Einfluß der Oberflächenschicht beim Zerreißen dadurch zustande, daß sie selbst Zug gegenüber sehr schwer, das Krystallinnere dagegen leicht Translation eingehen kann. Darnach muß man erwarten, daß auch beim Sylvin und Ammoniumchlorid die Zerreißungsfestigkeit in hohem Maße von der Art der Seitenfläche abhängt. Bei einem nicht translationsfähigen Körper dagegen sollte es auf sie nur wenig ankommen, denn da sind ja Oberfläche und Inneres gleich wenig dehnbar. In der Tat beweisen Versuche von Voigt[1]) am Quarz, daß auf dessen Zerreißungsfestigkeit die Orientierung der Seitenflächen ohne Einfluß ist. Freilich kann man dieses Resultat auch einfach mit der Annahme erklären, daß die Seitenflächen am Quarz sich untereinander gleich verhalten. Aber wenn man an die Versuche am Steinsalz denkt, so erscheint es wohl einleuchtender, die mangelnde Gleitbarkeit des Quarzes verantwortlich zu machen, für den fehlenden Einfluß der Oberfläche. Um mit Voigt zu reden, wäre darnach die Eigenschaft, welche die Tragfähigkeit bestimmt, beim Steinsalz eine Flächenfestigkeit, beim Quarz eine Volumfestigkeit.

Beziehungen der Translation zur Härte.

Wissenschaftlich am einwandfreisten hat wohl Auerbach[2]) mit Hilfe einer Methode, die auf der Herz'schen Härtetheorie aufgebaut ist, die Härte bestimmt. Sie bestand, kurz gesagt, in folgendem: Von dem zu untersuchenden Material wurden eine Linse und eine ebene Platte so stark aufeinander gepreßt, bis in letzterer ein Sprung entstand. Der dazu nötige Druck ist ein direktes Maß für die Härte, die in dieser Definition nichts anderes als eine Eindringungsfestigkeit ist. Spröde Körper, wie Quarz, Glas usw. ließen sich auf diese Weise sehr gut untersuchen; bei plastischen, unter anderem bei Steinsalz, zeigte sich aber eine merkwürdige Schwierigkeit. Wenn man bei ihnen die Linse auch noch so stark auf die Platte aufdrückte, so trat in ihr doch niemals ein Sprung ein, sondern es bildete sich lediglich eine Mulde aus, während die Linse ihrerseits abgeplattet wurde. Infolgedessen war auf Steinsalz, Flußspat usw. die obige Methode nicht ohne weiteres anwendbar. Durch eine nähere Untersuchung fand nun Auerbach, daß bei plastischen Körpern die infolge der Deformation

---

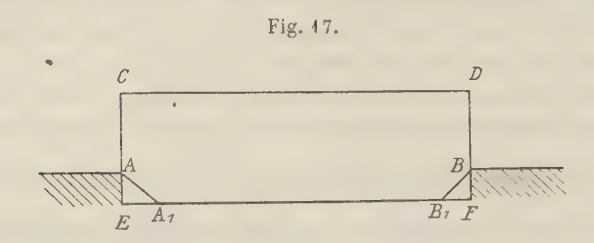
1) Annalen d. Physik, Neue Folge 1893, **48**, 663. Ausz. diese Zeitschr. **25**, 581.

2) Annalen d. Physik, Neue Folge 1891, **43**, 61; Ausz. diese Zeitschr. **22**, 170. Ebenda 1892, **45**, 262; Ausz. diese Zeitschr. **23**, 61. Ebenda 1894, **53**, 1000; 1896, **58**, 357; Ausz. diese Zeitschr. **30**, 622.

sich ausbildende Druckfläche viel schneller wächst als bei spröden. Infolgedessen nähert sich bei ihnen der Ausdruck $\frac{p}{d}$ (p bedeutet den angewandten Druck und d die Größe der Druckfläche), d. h. also: der Druck pro Flächeneinheit, mehr und mehr einem konstanten Wert, welchen er schließlich erreicht. Diesen kritischen Punkt benutzt nun Auerbach zur Erweiterung der Härtedefinition, und er sagt allgemein: »Härte ist diejenige Eindringungsbeanspruchung, bei welcher bei spröden Körpern Trennung der Teile und an welche bei plastischen Körpern stetige Anpassung stattfindet«. Nach meinen in der früheren Arbeit mitgeteilten Versuchen ist ohne weiteres klar, warum beim Steinsalz ein Maximalwert für $\frac{p}{d}$ existiert und wann er erreicht wird. Seine Plasticität ist ja eine Folge seiner Translationsfähigkeit. In Tabelle 3 meiner früheren Arbeit ist nun gezeigt, daß man beim Zusammenpressen eines Steinsalzprismas nie über eine bestimmte Doppelbrechung, will sagen über einen maximalen Wert des Druckes hinauskommt. Wie ich dort bewiesen habe, steigt p nur so lange, bis es gerade groß genug geworden ist, um die einer Translation entgegenstehende, gegenseitige Reibung der Gleitplatten zu überwinden. Ist der Moment erreicht, dann tritt eben Translation ein und verhindert ein weiteres Anwachsen des Druckes. Was hier für die Beanspruchung eines Prismas durch eine Presse gilt, das trifft natürlich auch für den Fall zu, wenn ich Steinsalzplatte und Linse aufeinander drücke. $\frac{p}{d}$ wird auch bei dieser Versuchsanordnung nicht mehr steigen, sobald einmal Gleitung eingetreten ist. Infolgedessen kann man sagen, daß die oben zitierte Auerbach'sche Härtedefinition bei Körpern, die ihre Plasticität Gleitflächen verdanken, gleichbedeutend ist mit der Festlegung eines relativen Maßes für ihre Gleitbarkeit. Daraus ergibt sich aber, daß all die früher besprochenen Umstände, die die Gleitung beeinflussen, auch die Härte verändern müssen. Z. B. wird die Härtebestimmung ganz anders ausfallen müssen, je nachdem die hierbei in Bewegung gesetzten Gleitplatten frei enden oder gegen irgend eine Unterlage stoßen. Zur Erläuterung dieses Satzes denke man nur an das NH_4Cl, dessen durch die Presse gehemmte Gleitplatten sich jedem Druck, den ich mit meinem Apparat ausüben konnte, widersetzten. Gleitplatten, die dagegen frei endeten, gingen so leicht Translationen ein, daß sie überhaupt kaum doppeltbrechend wurden. Natürlich muß die Härte sich auch ändern mit der krystallographischen Orientierung von Platte und Linse. Aber diese Änderungen sollte man berechnen können, wenn man die Größe der beim Druck verschobenen Gleitplatten und ferner die Richtung der Verschiebung kennt; denn unter sonst gleichen Umständen sind das die beiden Ursachen, die bei einem translationsfähigen Körper, wie $NaCl$, KCl und NH_4Cl, Unterschiede

in der Härte — letztere immer definiert und gemessen nach Auerbach — hervorrufen können. Natürlich macht sich auch der Einfluß der nicht dehnbaren Oberflächenschicht beim Eindringen einer Linse in eine Steinsalzplatte geltend. Sehr deutlich kann man ihn durch folgenden einfachen Versuch nachweisen. Preßt man ein längs AE und BF (Fig. 17) ein-

Fig. 17.



gespanntes, rings von Würfelflächen begrenztes Prisma etwas zusammen, so wird durch die Translation nach AA_1 und BB_1 die Oberfläche CD gespannt. Führt man jetzt den Auerbach'schen Versuch aus, indem man auf CD eine Linse aufpreßt, dann verhält sich das Steinsalz plötzlich wie ein spröder Körper, denn es entsteht von der Druckstelle aus ein senkrecht zur Zeichenebene und zu CD verlaufender Sprung in der Oberfläche. Der Grund dafür ist leicht zu erkennen. Der durch die Linse ausgeübte Druck wirkt — in geringem Maße wenigstens — Oberflächen-vergrößernd. CD ist aber schon bis zur Grenze der Dehnbarkeit gespannt und infolgedessen muß die neue, durch das Aufsetzen der Linse verursachte Dehnung sofort ein Reißen des Krystalles zur Folge haben. Ich will hierbei aber bemerken, daß der Versuch nicht immer gelingt. Es kommt sehr auf die relativen Längen von CA und AE bzw. DB und BF an. Ist letzteres zu groß, so wird CD überhaupt nicht gespannt. Nach meinen früheren Beobachtungen ist das ja ohne weiteres erklärlich. Anderseits darf man auch BF und AE nicht zuviel pressen; denn sonst treten schon allein dadurch Sprünge auf CD auf. In diesem Zusammenhange will ich endlich noch erwähnen, daß die Härtebestimmungen auch an spröden Körpern, wie Glas, dazu geführt haben, der Oberflächenschicht besondere Eigenschaften zuzuschreiben. Auerbach und Föppl[1]) glauben, daß die Körper eine besondere Oberflächenhärte besitzen, die größer ist, als die im Inneren.

Die Abhängigkeit der Translation von der Temperatur.

Die ausgiebigsten Versuche über die Abhängigkeit der Krystallplasticität von der Temperatur rühren von Tammann[2]) her. Dieser ist dabei so vorgegangen, daß er den zu untersuchenden Körper in einem cylindrischen

1) Annalen d. Physik, Neue Folge 1897, **63**, 103.
2) Krystallisieren und Schmelzen, Leipzig 1903, 158 u. f.

Gefäß unter einen meßbaren Druck setzte, und ihn dadurch zwang, durch eine schmale Öffnung auszufließen. Die Ausflußgeschwindigkeit, die man wohl der Plasticität proportional setzen kann, wurde nun bestimmt. Hierbei ergaben sich unter anderem für das Eis folgende Zahlen: Ist bei einem Druck von 400 kg pro qcm und bei — 21,7° die Ausflußgeschwindigkeit in willkürlichem Maße = 0,15, dann ist sie: bei

— 15,7°	— 10,7°	— 5,7°
0,3	4,1	22,5

Man sieht: in einem Temperaturintervall von 15° steigt die Plasticität auf das mehr wie Hundertfache ihres ursprünglichen Wertes. Der Temperatureinfluß ist also enorm, und ähnlich groß ist er bei allen anderen untersuchten Körpern. Nun hat Mügge[1]) nachgewiesen, daß das Eis leicht Translation nach (001) eingeht. Die von Tammann gemessene Plasticität st daher sicherlich in erster Linie durch diese Gleitung bedingt. Wenn also für die Ausflußgeschwindigkeit eine starke Temperaturabhängigkeit besteht, so heißt das nichts anderes, als daß eben die Gleitbarkeit mit der Temperatur außerordentlich zunimmt. Natürlich ist das Eis hier nur ein Beispiel für viele. Denn wahrscheinlich wird die Plasticität bei den meisten, festen Körpern durch Translation verursacht, und auf sie treffen daher die obigen Ausführungen auch ohne weiteres zu. Daß insbesondere bei Steinsalz und Sylvin die Translationsfähigkeit außerordentlich mit der Temperatur wächst, das geht schon daraus hervor, daß bei diesen Körpern oberhalb 200° trotz stärkster Deformation keine doppeltbrechenden Translationsstreifen mehr zu sehen sind. Die innere Reibung längs den Gleitflächen ist eben zu gering geworden. Es wäre verwunderlich, wenn bei dem großen absoluten Einfluß der Temperatur nicht auch ein relativer vorhanden wäre, d. h. wenn sich beispielsweise nicht auch die Richtungen leichtester Translation mit der Erwärmung des Krystalles änderten. Daß das letztere wenigstens beim Steinsalz und Sylvin der Fall ist, sollen die nächsten Versuche beweisen.

Versuche am Steinsalz.

Diese Experimente habe ich genau so ausgeführt, wie die früher beschriebenen. Nur habe ich nach dem ersten Ausmessen des Prismas unter dem Mikroskop die Presse in einen kleinen Asbestofen gesteckt, dort auf die gewünschte Temperatur gebracht und den Krystall noch in dem Ofen selbst zusammengedrückt. Nach dem Erkalten wurde dann die Presse in genau der gleichen Stellung wie vorher auf dem Mikrometer befestigt, und die Punktverschiebung ermittelt. Die beiden folgenden Versuche habe ich bei 200° ausgeführt. Die Temperaturangabe ist etwa auf 15° genau. Bei

1) Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1895, 2, 213. Ausz. diese Zeitschr. 28, 614.

Tabelle 20 bildete die Druckfläche mit (100) einen ∢ von 28°, entsprach also etwa (120). Beobachtungsfläche war (001).

Tabelle 20.

Dimensionen des Prismas: $c = 70$; $b = 47$; $a = 14$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c. Bezugspunkt ist der Eckpunkt (0).

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	7	— 1	— 0,249	— 0,120	+ 2,1
2^1	7	— 6	— 0,192	— 0,110	+ 1,7
2^2	7	— 12	— 0,133	— 0,053	+ 2,5
2^3	7	— 18	— 0,077	— 0,041	+ 1,9
2^4	7	— 24	— 0,049	— 0,056	+ 0,9
3	12	— 1	— 0,440	— 0,206	+ 2,2
3^1	12	— 6	— 0,289	— 0,189	+ 1,5
3^2	12	— 12	— 0,204	— 0,161	+ 1,3
3^3	12	— 18	— 0,169	— 0,125	+ 1,3
3^4	12	— 24	— 0,123	— 0,120	+ 1,0
4	17	— 1	— 0,529	— 0,302	+ 1,8
4^1	17	— 6	— 0,473	— 0,272	+ 1,7
4^2	17	— 12	— 0,363	— 0,248	+ 1,5
4^3	17	— 18	— 0,278	— 0,222	+ 1,3
4^4	17	— 24	— 0,228	— 0,204	+ 1,1
5	22	— 1	— 0,682	— 0,367	+ 1,8
5^1	22	— 6	— 0,608	— 0,315	+ 1,9
5^2	22	— 12	— 0,496	— 0,283	+ 1,8
5^3	22	— 18	— 0,394	— 0,261	+ 1,5
5^4	22	— 24	— 0,328	— 0,222	+ 1,5

Es ist charakteristisch für diese Tabelle, daß nach ihr alle Punkte unabhängig von ihrer Lage die gleiche Bewegungsrichtung haben. Bei Zimmertemperatur ist das nicht so. Wie man in meiner früheren Arbeit sehen kann, liefert dort (Tabelle 10) ein etwa 2 entsprechender Punkt zwar auch den gleichen Wert für $\frac{dy}{dx}$ wie hier. Für einen Punkt mit den Coordinaten von 5 ist aber $\frac{dy}{dx}$ bei 20° 2—3mal so groß, als bei 200°. Woher kommt das? Zunächst ist klar, daß bei Beachtung der oben gewählten Bezeichnung in beiden Fällen wirksame Translationsfläche (011) ist. Bei Zimmertemperatur passen sich nun die Gleitplatten in ihrer Bewegung der Druckrichtung an. Ihre Translationsrichtung fällt weder mit der langen noch mit der kurzen Diagonale des Rhombendodekaëders zusammen, sondern schlägt einen Mittelweg ein. Die Folge davon ist, daß die Punkte in der Mitte der Beobachtungsfläche sich parallel der Ordinate verschieben, und

daher steigt mit wachsendem y der Wert für $\frac{dy}{dx}$ stark. Bei 200⁰ dagegen bleibt er von 2—5 usw. constant. Man muß daraus den Schluß ziehen, daß bei dieser hohen Temperatur die Translationsrichtung der freien Gleitplatten eine andere geworden ist, und zwar fällt sie offenbar mit der langen Rhombendodekaëderdiagonalen zusammen. Denn ausschließliche Gleitung in dieser Richtung führt zu der Consequenz, daß für alle beobachteten Punkte $\frac{dy}{dx} = + 1{,}9$ sein muß. Wie man sieht, stimmt der Wert mit den meisten obigen Zahlen recht gut überein. Wenn wir also das Resultat des letzten Versuches noch einmal kurz zusammenfassen, so lautet es: Bei 200⁰ ist die Translationsfähigkeit in Richtung der langen Diagonale so groß geworden, daß ihr gegenüber, die längs der kurzen nicht mehr zur Geltung kommen kann. Eine Bestätigung dieses Satzes ist auch der nächste, ebenfalls bei 200⁰ ausgeführte Versuch. Bei ihm war Druckfläche (110), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt der Eckpunkt 0.

Tabelle 21.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 38$; $a = 10$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	6	0	— 0,094	— 0,095	+ 1
2^1	6	— 8	— 0,120	— 0,073	+ 1,6
2^2	6	— 13	— 0,072	— 0,080	+ 0,9
2^3	6	— 18	— 0,022	— 0,023	+ 1
2^4	6	— 23	— 0,022	— 0,040	+ 0,6
3	11	0	— 0,164	— 0,169	+ 1
3^1	11	— 8	— 0,170	— 0,154	+ 1,1
3^2	11	— 13	— 0,200	— 0,141	+ 1,4
3^3	11	— 18	— 0,095	— 0,104	+ 0,9
3^4	11	— 23	— 0,073	— 0,069	+ 1,1
4	17	0	— 0,186	— 0,223	+ 0,8
4^1	17	— 8	— 0,267	— 0,209	+ 1,3
4^2	17	— 13	— 0,230	— 0,191	+ 1,2
4^3	17	— 18	— 0,213	— 0,172	+ 1,2
4^4	17	— 23	— 0,169	— 0,132	+ 1,3
5	21	0	— 0,202	— 0,291	+ 0,7
5^1	21	— 8	— 0,303	— 0,289	+ 1,0
5^2	21	— 13	— 0,325	— 0,284	+ 1,1
5^3	21	— 18	— 0,286	— 0,226	+ 1,2
5^4	21	— 23	— 0,260	— 0,213	+ 1,2

Wie man sieht, nimmt auch hier $\frac{dy}{dx}$ mit y nicht zu, sondern bleibt constant und ist für alle Punkte durchweg $= + 1$. Es folgt daraus, daß

bei dem letzten Versuch erstens (101) die allein wirksame Translationsfläche gewesen ist, und daß zweitens einzige Translationsrichtung in dieser die lange Diagonale ist. Nicht nur der zweite, sondern auch der erste Punkt ist an dem Resultat merkwürdig. Denn bei Zimmertemperatur findet, wenn man auf (110) den Druck ausübt, Translation nicht nur nach (101) statt, sondern auch nach $(\bar{1}01)$, und zwar ist es so, daß in der Prismenmitte sich beide Flächen gleich stark an der Gleitung beteiligen, am linken Rand dagegen herrscht der Einfluß von (101), am rechten der von $(\bar{1}01)$ vor. Infolgedessen ist bei 20° für einen Punkt mit den Coordinaten von 2 $\frac{dy}{dx}$ zwar $= +1$; 2³ bewegt sich dagegen der Druckrichtung parallel, und für 2⁴ ist $\frac{dy}{dx}$ gar negativ, infolge des überwiegenden Einflusses von $(\bar{1}01)$. Demgegenüber tritt bei 200° entweder Gleitung nach (101) oder nach $(\bar{1}01)$ ein, nie aber nach beiden Flächen. Wenigstens ist es bei meinen zahlreichen Versuchen immer so gewesen. Den Grund, woher das kommt, findet man leicht. Bezeichnen wir mit ϱ die specifische Reibung längs einer Gleitfläche, deren Größe F sein soll, so ist die zur Translation nötige Kraft $P = \varrho \cdot F$. Kann nun ein auf ein Prisma ausgeübter Druck Translation nach zwei Flächen — ich bezeichne die Größe der zweiten Fläche mit F_1 — verursachen, so hängt es offenbar von dem Vorzeichen des Ausdruckes $D = \varrho \cdot (F - F_1)$ ab, nach welcher von den beiden Flächen die Gleitung stattfindet. Ist es negativ, so wird sie nach F von statten gehen, und zwar um so vollständiger, je größer der absolute Wert von D ist. Der ist aber ϱ proportional. Wenn daher, wie das bei 200° der Fall ist, die innere Reibung schon sehr gering geworden ist, so ist auch der Einfluß von D nicht mehr so ausschlaggebend dafür, nach welcher Richtung denn nun tatsächlich Translation eintritt. Er wird sehr leicht überdeckt von Zufälligkeiten. Bei dem obigen Versuch hat nun offenbar, durch irgend welche kleine Besonderheiten die Translation nach (101) früher eingesetzt wie die nach $(\bar{1}01)$, und zwar gleich so gründlich, daß es zur Gleitung nach $(\bar{1}01)$ überhaupt nicht mehr gekommen ist. Im übrigen folgt, wie ich schon betonte, aus Tabelle 20 und 21, daß bei 200° nur noch die lange und nicht mehr die kurze Diagonale als Translationsrichtung auftritt. Das bleibt auch so bei 400°, wie es die nächste Tabelle beweist. Die Druckfläche bildet mit (100) einen Winkel von 31°, entspricht also etwa (230). Beobachtungsfläche ist (001), Bezugspunkt der Endpunkt 0.

In Tabelle 22 ist $\frac{dy}{dx}$ für alle Punkte etwa gleich $+4{,}0$. Es weist das darauf hin, daß Translation nach nur einer Fläche, nämlich nach (101), stattgefunden hat.

Tabelle 22.

Dimensionen des Prismas: $c = 65$; $b = 45$; $a = 14$. bc = Beob. Fl. c = Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	6	— 3	— 0,478	— 0,094	+ 5,1
2^1	6	— 7	— 0,365	— 0,112	+ 3,3
2^2	6	— 12	— 0,255	— 0,074	+ 3,6
2^3	6	— 17	— 0,197	— 0,046	+ 4,3
2^4	6	— 22	— 0,150	— 0,056	+ 2,6
3	11	— 3	— 0,716	— 0,180	+ 4,0
3^1	11	— 7	— 0,628	— 0,167	+ 3,7
3^2	11	— 12	— 0,537	— 0,151	+ 3,6
3^3	11	— 17	— 0,415	— 0,116	+ 3,6
3^4	11	— 22	— 0,346	— 0,111	+ 3,1
4	16	— 3	— 0,964	— 0,203	+ 4,8
4^1	16	— 7	— 0,859	— 0,218	+ 4,0
4^2	16	— 12	— 0,767	— 0,191	+ 4,0
4^3	16	— 17	— 0,671	— 0,186	+ 3,5
4^4	16	— 22	— 0,567	— 0,176	+ 3,2
5	21	— 3	— 1,226	— 0,231	+ 5,3
5^1	21	— 7	— 1,081	— 0,203	+ 5,0
5^2	21	— 12	— 0,942	— 0,190	+ 5,0
5^3	21	— 17	— 0,853	— 0,181	+ 4,7
5^4	21	— 22	— 0,773	— 0,182	+ 4,3

Ferner ist offenbar die lange Diagonale allein Translationsrichtung, denn anderenfalls müßte nach dem früheren $\frac{dy}{dx}$ von 2—5 usw. bedeutend steigen, was nicht geschieht. Rechnet man jetzt aber wieder den theoretisch geforderten Wert für $\frac{dy}{dx}$ aus, so erhält man + 1,7, also eine Zahl, die weniger als halb so groß ist als die in Tabelle 22 gefundene. Woran liegt das? — Bei 400° ist das Steinsalz schon so weich geworden, daß die Gleitplatten in sich nicht mehr als starr anzusehen sind. Infolgedessen geht neben der Translation noch eine Deformation einher, wie sie ein weicher, amorpher Körper auch zeigt. Diese letztere hat das Bestreben, in der Mitte liegende Punkte, wie 2^3 und 2^4, gerade nach vorn, die Randpunkte 2, 3 usw. aber etwas nach außen zu treiben[1]). Sie sucht also den absoluten Wert von $\frac{dy}{dx}$ für 2^3 usw. sehr groß zu machen und für 2 usw. ihm in meiner Bezeichnungsweise ein negatives Vorzeichen zu verleihen. Translation und »ungerichtete« Deformation überlagern sich nun. Infolge-

1) Vergl. Bach, Elastizität und Festigkeit, Berlin 1894.

dessen kann der unter alleiniger Berücksichtigung der ersteren ausgerechnete Wert nicht stimmen. Er muß viel zu klein sein, und zwar auf Grund der oben zitierten Bach'schen Messungen besonders stark für die Randpunkte, etwas weniger für die in der Mitte gelegenen. Dies ist ja auch der Fall.

Bei 2, 3, 4 und 5 ist $\frac{dy}{dx}$ immer noch etwas größer als bei 2^4, 3^4, 4^4 und 5^4. Endlich habe ich noch einen Versuch bei 600° gemacht. Druckfläche war (110), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt wieder der Eckpunkt 0.

Tabelle 23.

Dimensionen des Prismas: $c = 75$; $b = 43$; $a = 16$.
Druckfläche: bc. c = Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	7	— 2	— 0,179	+ 0,049	— 3,6
2^1	7	— 6	— 0,167	+ 0,048	— 3,4
2^2	7	— 10	— 0,163	+ 0,052	— 3,2
2^3	7	— 15	— 0,147	+ 0,015	— 10
2^4	7	— 20	— 0,144	— 0,003	+ 48
3	12	— 2	— 0,458	+ 0,069	— 6,7
3^1	12	— 6	— 0,444	+ 0,062	— 7,4
3^2	12	— 10	— 0,431	+ 0,064	— 7,1
3^3	12	— 15	— 0,403	+ 0,035	— 11,5
3^4	12	— 20	— 0,403	+ 0,014	— 29
4	17	— 2	— 0,722	+ 0,104	— 7,2
4^1	17	— 6	— 0,700	+ 0,079	— 9
4^2	17	— 10	— 0,695	+ 0,070	— 10
4^3	17	— 15	— 0,678	+ 0,053	— 13,6
4^4	17	— 20	— 0,660	+ 0,030	— 22
5	22	— 2	— 0,966	+ 0,096	— 10
5^1	22	— 6	— 0,963	+ 0,085	— 12
5^2	22	— 10	— 0,935	+ 0,068	— 14
5^3	22	— 15	— 0,916	+ 0,066	— 14
5^4	22	— 20	— 0,889	+ 0,033	— 27

Stellt man das Resultat der letzten Tabelle graphisch dar, so zeigt es sich, daß die Art der Deformation vollkommen mit der eines Bleiwürfels übereinstimmt, den man zwischen zwei parallelen Platten zusammendrückt (vergl. Bach, l. c.). Bei 600° macht sich also die Translation beim Steinsalz überhaupt nicht mehr bemerkbar. Es verhält sich ganz so, wie ein weicher, amorpher Körper.

Daher nimmt auch beim Druck auf (110) die Breite von (001) zu und nicht ab, wie das bei 200° und 400° noch der Fall ist. Wie ändert sich nun die Oberflächenschicht mit der Temperatur? — Bei 200° ist sie noch nicht viel dehnbarer als bei Zimmertemperatur. Wenigstens zersprangen

mir sämtliche Prismen sofort, als ich die Versuche so anstellte, daß dabei eine starke Oberflächenvergrößerung eintreten sollte. Anders ist es dagegen bei 400°, wie das die nächste Tabelle und Fig. 18 beweisen. Druckfläche ist (100), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt der Eckpunkt 0.

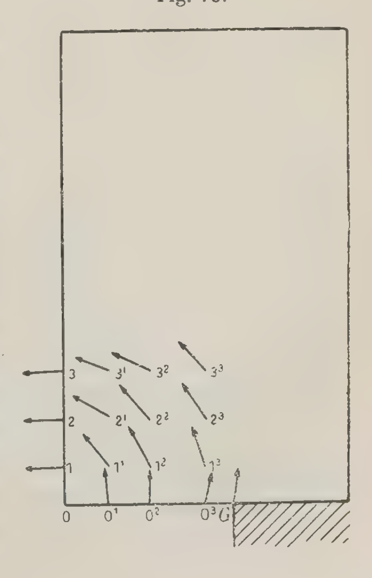
Tabelle 24.

Dimensionen des Prismas: $c = 50$; $b = 30$; $a = 15$. $bc =$ Beob. Fl. $c =$ Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
0^1	0	− 5	+ 0,151	+ 0,015	+ 10
0^2	0	− 9	− 0,370	+ 0,018	+ 21
0^3	0	− 15	+ 0,881	− 0,165	− 5,3
G	0	− 18	+ 1,371	− 0,170	− 7,5
1	4	0	+ 0,003	+ 0,152	+ 0,02
1^1	4	− 5	+ 0,994	+ 0,179	+ 1,1
1^2	4	− 9	+ 0,391	+ 0,211	+ 1,9
1^3	4	− 15	+ 0,695	+ 0,192	+ 3,6
2	9	0	− 0,023	+ 0,404	− 0,06
2^1	9	− 5	+ 0,189	+ 0,409	+ 0,5
2^2	9	− 9	+ 0,368	+ 0,430	+ 0,9
2^3	9	− 15	+ 0,678	+ 0,418	+ 1,7
3	14	0	− 0,030	+ 0,628	− 0,05
3^1	14	− 5	+ 0,172	+ 0,645	+ 0,27
3^2	14	− 9	+ 0,330	+ 0,660	+ 0,5
3^3	14	− 15	+ 0,500	+ 0,537	+ 0,9

Das Resultat des letzten Versuches ist in doppelter Hinsicht interessant. Erstens beweist Fig. 18, daß der Charakter der Punktverschiebungen in bezug auf 0 bei 400° noch derselbe ist, wie bei 20°, obwohl diese hohe Temperatur, wie wir eben gesehen haben, das Steinsalz ganz weich macht und ihm die Eigenschaften eines amorphen, plastischen Körpers verleiht. Man muß daraus schließen, daß die Punktverschiebungen des so stark erhitzten Steinsalzes immer noch im wesentlichen durch die Oberflächenschicht bestimmt werden. Aber trotzdem hat diese selbst nicht mehr ganz die gleichen Eigenschaften wie früher, denn sie ist jetzt — wenn auch wohl schwerer als das Krystallinnere — dehnbar. Der

Fig. 18.



dx-Wert $+0,165$ von 0^3 und $+0,170$ von G beweist das zur Genüge. und dieses ist somit das zweite wichtige Ergebnis der Tabelle. Daß in dem Bereich hoher Temperaturen eine Vergrößerung der Oberfläche ohne ein Zerspringen des Krystalles möglich ist, ist übrigens hier nicht zum ersten Male bewiesen. Vielmehr folgt das schon aus den Versuchen von Milch[1]; denn er hat Verbiegungen von in der Spiritusflamme erhitzten Steinsalzprismen beschrieben, bei denen die Oberfläche an einzelnen Stellen sehr stark gedehnt ist. Merkwürdigerweise treten »ungerichtete« Translation und Dehnbarkeit bei der gleichen Temperatur beim Steinsalz auf. Es legt das die Vermutung nahe, daß diese beiden Eigenschaften in einer Beziehung zueinander stehen. Bestimmtes läßt sich darüber noch nicht sagen.

Versuche am Sylvin.

Ich teile gleich den bei 200° ausgeführten Versuch mit, bei dem (110) Druckfläche und (001) Beobachtungsfläche waren. Bezugspunkt ist wieder der Eckpunkt 0.

Tabelle 25.

Dimensionen des Prismas: $c = 65$; $b = 38$; $a = 14$. bc = Beob. Fl. c = Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	8	— 2	— 0,078	+ 0,014	— 5
2^1	8	— 7	— 0,043	— 0,027	+ 1,6
2^2	8	— 13	— 0,062	— 0,097	+ 0,6
2^3	8	— 19	— 0,196	— 0,115	+ 1,1
2^4	8	— 26	— 0,338	— 0,193	+ 1,8
3	15	— 2	— 0,185	— 0,112	+ 2,6
3^1	15	— 7	— 0,292	— 0,151	+ 1,9
3^2	15	— 13	— 0,308	— 0,207	+ 1,5
3^3	15	— 19	— 0,375	— 0,230	+ 1,6
3^4	15	— 26	— 0,441	— 0,292	+ 1,5
4	22	— 2	— 0,452	— 0,187	+ 2,4
4^1	22	— 7	— 0,452	— 0,134	+ 3,4
4^2	22	— 13	— 0,482	— 0,270	+ 1,8
4^3	22	— 19	— 0,500	— 0,280	+ 1,8
4^4	22	— 26	— 0,602	— 0,333	+ 1,8

Ein Blick auf Fig. 19 lehrt, daß die Bewegungsrichtung für alle Punkte ungefähr die gleiche ist. Es kommt das daher, daß der Sylvin wegen der sehr kleinen inneren Reibung bei 200° Translationen nach nur einer, und nicht, wie man eigentlich erwarten sollte, nach zwei Flächen eingeht. Der

[1] Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1909, **1**, 60—72. Ausz. diese Zeitschr. **51**, 414.

Sylvin verhält sich also in dieser Beziehung genau so, wie das Steinsalz. In anderer Hinsicht dagegen treten gerade bei 200° sehr große Unterschiede zwischen diesen Mineralien zutage. Nach Tabelle 25 nimmt die absolute Größe von dy und dx zu mit sinkendem x und wachsendem y. Das dy und dx des Punktes 4^4 ist also größer, als das von 4 und 2. Der Punkt 4^4 wird mit anderen Worten überhaupt am stärksten verschoben. Am Steinsalz ist das anders, denn dort erfährt 4 die stärkste Translation; dy und dx steigen mit wachsendem x. Aus dieser Verschiedenheit folgt, daß in den beiden Versuchen der Tabelle 20 und 25 die wirksame Translationsfläche nicht die gleiche sein kann. Während beim Steinsalz die Punkte nach $(\bar{1}01)$ gleiten, bewegen sie sich beim Sylvin längs $(0\bar{1}1)$. Beide Translationsflächen schneiden (001) in einer mit der Druckrichtung einen Winkel von 45° bildenden Geraden. $(0\bar{1}1)$ läuft aber von links oben nach rechts unten, und bei $(\bar{1}01)$ ist es gerade umgekehrt. Die beiden Linien stehen also senkrecht aufeinander. Sie sind der Deutlichkeit halber in Fig. 19 eingezeichnet. Jetzt kann man das verschiedene Verhalten von Steinsalz und Sylvin auch so ausdrücken: Die Schnittlinie von Translations- und Beobachtungsfläche geht beim Sylvin der Punktverschiebung fast parallel; beim Steinsalz dagegen steht sie senkrecht dazu. Dies ist aber nur möglich, wenn die Translationsrichtungen (t) der beiden Mineralien einen Winkel von 90° miteinander bilden, d. h. wenn am Sylvin (t) mit der kurzen Diagonale des Rhombendodekaëders zusammenfällt. Die erhöhte Temperatur hat demnach auf $NaCl$ und KCl einen ganz verschiedenen Einfluß. In meiner früheren Arbeit habe ich gezeigt, daß bei 20° für beide Mineralien die lange Diagonale bevorzugte Gleitrichtung ist, daß aber längs der kurzen auch Translationen möglich sind. Bei 200° besteht diese Übereinstimmung zwischen Steinsalz und Sylvin nicht mehr; denn für ersteres ist jetzt die lange Diagonale ausschließliche Gleitrichtung, für letzteres die kurze. Allerdings muß ich hier gleich hinzusetzen, daß dieser Satz für den Sylvin nicht absolut gilt. Denn seine Punktverschiebungen gehen nicht ganz regelmäßig und störungsfrei vor sich. Bei meinen früheren Versuchen

Fig. 19.

habe ich ja schon einmal darauf aufmerksam gemacht und auch die Erklärung dafür gegeben. Es kommt das offenbar daher, daß beim Sylvin die Gleitplatten selbst nicht als vollkommen starr anzusehen sind. Infolgedessen treten nicht nur nach (110), sondern auch nach anderen Richtungen Verschiebungen ein, und diese sind schuld daran, daß die nach der Plattentheorie berechneten Punktverschiebungen mit den tatsächlich gefundenen nicht mehr so vollkommen übereinstimmen, wie beim Steinsalz. Z. B. müßte ja in Tabelle 25 $\frac{dy}{dx}$ für alle Punkte $= + 1{,}0$ sein, in Wirklichkeit ist es aber im Durchschnitt nicht unbeträchtlich größer. Noch vorhandene, aber unbeträchtliche Gleitung nach der langen Diagonale, an die man wohl zur Erklärung davon zunächst denkt, ist ausgeschlossen; denn die erforderte, daß beispielsweise der auf gehemmten Gleitplatten liegende Punkt 2^4 eine andere Verschiebung zeigte, als 4^4, dessen Bewegung nicht durch die Pressewand beeinflußt ist. Davon ist aber auch bei entsprechend gelegenen anderen Punkten nichts zu bemerken. Der zu hohe Wert von $\frac{dy}{dx}$ wird also durch die Deformation der weichen Gleitplatten verursacht.

Dafür sprechen auch die von der Theorie besonders stark abweichenden Werte der Punkte 2, 3 und 4.

Bei dem Versuch der Tabelle 26 war die Temperatur 400°, die Druckfläche (110), die Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt der Eckpunkt 0.

Tabelle 26.

Dimensionen des Prismas: $c = 48$; $b = 28$; $a = 10$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	6	— 2	— 0,360	+ 0,126	— 3
2^1	6	— 7	— 0,241	+ 0,104	— 2,3
2^2	6	— 12	— 0,074	+ 0,061	— 1,2
2^3	6	— 17	— 0,032	+ 0,036	— 0,9
3	11	— 2	— 0,487	+ 0,133	— 3,7
3^1	11	— 7	— 0,349	+ 0,144	— 2,5
3^2	11	— 12	— 0,273	+ 0,072	— 3,9
3^3	11	— 17	— 0,106	+ 0,042	— 2,5
3^4	11	— 23	— 0,067	+ 0,006	— 11
4	17	— 2	— 0,744	+ 0,128	— 5,7
4^1	17	— 7	— 0,646	+ 0,090	— 7,2
4^2	17	— 12	— 0,534	+ 0,040	— 13,3
4^3	17	— 17	— 0,313	— 0,001	+ 313
4^4	17	— 23	— 0,256	— 0,035	+ 7,3

Allen Punkten kommt in der letzten Tabelle ein noch viel höheres $\frac{dy}{dx}$ zu, als in der vorletzten. Die weitere Steigerung der Temperatur hat also die Gleitplatten noch weicher gemacht. Infolgedessen wird bei dem obigen Versuch die Translation fast ganz überdeckt, und die Punktverschiebung ist ähnlich wie bei dem auf 600⁰ erhitzten Steinsalz. Aus dessen Deformation hatte ich früher den Schluß gezogen, daß es sich bei 600⁰ wie ein weicher, amorpher Körper verhält. Dasselbe gilt daher für den Sylvin schon bei 400⁰. Unter diesen Umständen kann ein Versuch bei noch höherer Temperatur wenig Neues bringen. Ich habe ihn zwar trotzdem ausgeführt, und das erwartete Resultat erhalten, weshalb ich es auch nicht mitteile. Bei 600⁰ ist die Art der Deformation beim Sylvin genau die gleiche, wie bei 400⁰. Nur die zur Verschiebung notwendige Kraft ist im ersten Falle noch geringer, als im letzten.

Versuche am NH_4Cl.

Der Einfluß der Temperatur auf die Translation des NH_4Cl ist darum besonders interessant, weil dieser Körper bei 159⁰ eine Umwandlung in eine andere, allerdings auch reguläre Modification erfährt. Es war zu erwarten, daß oberhalb des Umwandlungspunktes das Ammoniumchlorid anders gleite, als unterhalb. Um diese Vermutung zu prüfen ist der nächste Versuch bei 180⁰ ausgeführt. Höher konnte ich leider die Temperatur nicht

Tabelle 27.

Dimensionen des Prismas: $c = 48$; $b = 24$; $a = 30$. bc = Beob. Fl. c = Druckrichtung.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	8	— 2	— 0,518	+ 0,387	— 1,3
2^1	8	— 7	— 0,272	+ 0,216	— 1,3
2^2	8	— 13	— 0,111	— 0,169	+ 0,7
2^3	8	— 21	— 0,442	— 0,455	+ 1,0
3	13	— 2	— 0,717	+ 0,536	— 1,3
3^1	13	— 7	— 0,561	+ 0,398	— 1,4
3^2	13	— 13	— 0,424	— 0,172	+ 2,5
3^3	13	— 21	— 0,661	— 0,871	+ 0,8
4	19	— 2	— 0,881	+ 0,655	— 1,4
4^1	19	— 7	— 0,851	+ 0,398	— 2,1
4^2	19	— 13	— 0,960	— 0,218	+ 4,4
4^3	19	— 21	— 1,003	— 0,930	+ 1,1
5	21	— 2	— 1,033	+ 0,625	— 1,7
5^1	21	— 7	— 1,185	+ 0,198	— 6,0
5^2	21	— 13	— 1,415	— 0,375	+ 3,7
5^3	21	— 21	— 1,367	— 0,930	+ 1,5

steigern, weil sonst in dem Ofen so viel NH_4Cl verdampft, daß nach dem Erhitzen von den Linien auf der Oberfläche nichts mehr zu sehen ist. Schon bei 180° hatte ich damit große Schwierigkeiten. Druckfläche war (110), Beobachtungsfläche (001) und Bezugspunkt der Eckpunkt 0.

Nach der Tabelle haben sich offenbar zwei Flächen an der Gleitung beteiligt, nämlich ($\bar{1}01$) und ($0\bar{1}1$). Translationsrichtung in ihnen war die lange Diagonale; denn für 2—5 ist $\frac{dy}{dx}$ annähernd $= -1$ und für 2^3—5^3 annähernd $= +1$. Nach diesem Versuche hätte also die Temperaturerhöhung die Translation überhaupt nicht verändert. Denn schon bei 20° ist Gleitfläche (110) und Gleitrichtung (001). Bestätigt wird dieser Schluß durch folgende Erfahrung: Sucht man einen rings von Würfelflächen begrenzten Krystall so zusammenzudrücken, daß (100) Druckfläche ist, so gelingt das nur sehr wenig. Denn dieser Deformation setzt der Krystall einen so großen Widerstand entgegen, daß ich ihn mit meiner Presse nicht überwinden konnte. Bei Zimmertemperatur war das genau so, und daher gilt die Folgerung auch hier, daß bei 180° die kurze Diagonale die einzige Translationsrichtung ist. Auf Grund der im letzten Kapitel mitgeteilten Versuche kommen wir also zu dem merkwürdigen Schluß, daß sich zwar bei Steinsalz und Sylvin die Translation auch relativ mit der Temperatur ändert, nicht aber beim Ammoniumchlorid, obwohl man es gerade bei diesem, wegen der polymorphen Umwandlung, am ehesten erwarten sollte.

Translation und Pleochroismus beim blauen Steinsalz.

F. Cornu[1]) hat gefunden, daß das natürliche und das künstlich gefärbte blaue Steinsalz durch Druck pleochroitisch wird. H. Siedentopf[2]) hat kurz danach die Cornu'schen Beobachtungen bestätigt und in einigen Punkten ergänzt. Die wichtigsten durch diese Arbeiten gewonnenen Resultate sind folgende: Übt man an einem blauen Chlornatriumwürfel auf (100) einen Druck aus, so zeigen die Seitenflächen einen um so stärkeren Pleochroismus, je weiter man preßt. Man kann es dabei leicht erreichen, daß der Krystall intensiv rot aussieht, wenn Druckrichtung und Lichtschwingung einander parallel laufen; blau dagegen, wenn sie senkrecht zueinander stehen. Abgesehen vom Steinsalz hat man noch bei vielen anderen Körpern den Einfluß des Druckes auf die Lichtabsorption untersucht. Insbesondere hat Pockels[3]) eine große Reihe von Gläsern geprüft, aber mit negativem Erfolg. Sie wurden überhaupt nicht pleochroitisch, und zwar weil das Glas spröde und nicht plastisch war. Dauernde Deformierbarkeit

---

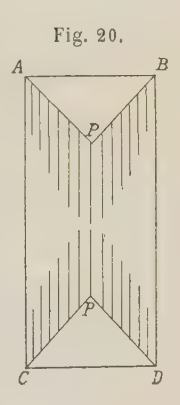
1) Zentralblatt f. Mineralogie usw. 1907, 166. Ausz. diese Zeitschr. **47**, 387. Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1908, **1**, 22. Ausz. diese Zeitschr. **49**, 405.

2) Verh. d. Deutsch. phys. Gesellschaft 1907, 621. Ausz. diese Zeitschr. **47**, 87.

3) Wiedemann's Annalen d. Physik 1889, **37**, 158. Ausz. diese Zeitschr. **19**, 508.

ist aber, wie die Erfahrung an zahlreichen anderen Stoffen lehrt, unbedingt notwendig, um den betreffenden Körper pleochroitisch zu machen. Ja, beim Steinsalz kann man sogar noch einen Schritt weiter gehen und sagen: Der Pleochroismus wird lediglich durch die Translation bewirkt; der Druck selbst hat unmittelbar gar keinen Einfluß, sondern nur mittelbar als Ursache der Gleitung. Zunächst will ich diesen Satz durch einige Beobachtungen beweisen. Blickt man bei einem gepreßten Steinsalzwürfel, dessen Kanten c, b, a sein sollen und bei dem $c > b > a$ ist, durch die Fläche ac hindurch, so sieht man, daß die Fläche keineswegs durchweg pleochroitisch ist, sondern nur einige, in Fig. 20 durch Schraffierung kenntlich gemachte Stellen. Insbesondere sind die Bezirke ABP und CPD fast gar nicht pleochroitisch. Gerade in ihnen hat aber, nach allem früheren, keine Translation stattgefunden, und infolgedessen ist hier der Druck, wie beim Glas, wirkungslos geblieben. Das gleiche kann man mit nach dem Pyramidenwürfel geschnittenen und gepreßten Prismen beweisen. Die von den gehemmten Gleitplatten eingenommenen Partien, die wenig deformiert sind, zeigen nur ganz schwachen Pleochroismus. Noch entscheidender wird der oben ausgesprochene Satz durch folgende Erfahrung bewiesen. Nach Cornu und Siedentopf soll zwar die Druckfläche ab des Prismas der Fig. 20 nicht pleochroitisch sein, sie ist es aber doch. Allerdings ist der Pleochroismus auf ab viel schwächer als auf bc, und man muß schon ziemlich stark pressen, um ihn deutlich zu machen. Dann tritt er aber auch regelmäßig zutage und ist immer, was besonders wichtig ist, in der gleichen Weise orientiert. Fällt die Schwingungsrichtung des Nikols mit der Kante b zusammen, dann erscheint der Krystall blaurot, steht sie senkrecht dazu, blaugrün. Wenn wir bedenken, daß bei einem Prisma, dessen $b > a$ ist, Translation nur nach den Flächen stattfindet, die die b-Kanten gerade abstumpfen, so können wir das Resultat auch auf folgende Weise ausdrücken: Läuft die Durchschnittslinie der wirksamen Gleit- und Druckfläche parallel zur Lichtschwingung, so erscheint der Krystall blaurot, im anderen Fall blaugrün. Man sieht daraus, daß der Pleochroismus der Druckfläche bedingt und infolgedessen auch orientiert wird durch die Art der Deformation. Der Druck selbst kann auf ihn offenbar gar keinen Einfluß haben, denn er steht ja eben senkrecht auf ab, und in dieser Fläche gibt es daher in bezug auf ihn keine bevorzugte Richtung. Die letzte Beobachtung schließt es auch aus, das Zustandekommen des Pleochroismus damit zu erklären, daß man sagt: Die Translation deformiert die Natriumteilchen im Steinsalz und macht sie pleochroitisch, und der Druck orientiert sie. Denn dann ist nicht einzusehen, warum ab Pleochroismus zeigt.

Fig. 20.



Übrigens ist diese letzte Erklärungsart auch aus einem anderen Grunde ausgeschlossen. Nach Siedentopf sind in einem ungepreßten Krystall fast alle *Na*-Teilchen schon pleochroitisch, die müßte also der Druck auch ohne Gleitung orientieren und dadurch den Krystall auch makroskopisch pleochroitisch machen. Dieses ist aber nach meinen Beobachtungen nicht der Fall.

Wie nun Translation und Pleochroismus genauer miteinander verknüpft sind, darüber kann ich vorläufig keine Angaben machen. Vielleicht wird das aber später der Fall sein, auf Grund von Versuchen, die ich nun noch mitteilen will. Sie beweisen nämlich den wichtigen Satz, daß nicht nur, wie sich im Pleochroismus zeigt, die Gleitung auf die Natriumteilchen wirkt, sondern auch umgekehrt, diese auf die Gleitung. Ich will das gleich an einem Versuch erläutern, der mit blauem Steinsalz, der die sogenannte Mikrostructur[1]) zeigt, ausgeführt ist. Ganz wie früher habe ich aus einem solchen Krystall ein Prisma geschnitten, und dessen Punktverschiebungen gemessen. Druckfläche war (110), Beobachtungsfläche (001), und Bezugspunkt 0.

Tabelle 28.

Dimensionen des Prismas: $c = 65$; $b = 37$; $a = 9$. Beob. Fl.: bc. Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2	7	— 2	— 0,057	— 0,039	+ 1,4
2^1	7	— 7	— 0,035	— 0,027	+ 1,3
2^2	7	— 12	— 0,051	— 0,007	+ 7
2^3	7	— 17	— 0,049	+ 0,011	— 4,4
2^4	7	— 22	— 0,080	+ 0,024	— 3,3
3	12	— 2	— 0,126	— 0,019	+ 6,3
3^1	12	— 7	— 0,094	— 0,015	+ 6,3
3^2	12	— 12	— 0,099	+ 0,006	— 1,3
3^3	12	— 17	— 0,130	+ 0,034	— 4
3^4	12	— 22	— 0,138	+ 0,060	— 2,3
4	17	— 2	— 0,159	+ 0,005	— 32
4^1	17	— 7	— 0,175	+ 0,014	— 12,5
4^2	17	— 12	— 0,193	+ 0,023	— 8,4
4^3	17	— 17	— 0,190	+ 0,076	— 2,5
4^4	17	— 22	— 0,225	+ 0,092	— 2,5
5	23	— 2	— 0,183	+ 0,072	— 2,5
5^1	23	— 7	— 0,200	+ 0,070	— 2,9
5^2	23	— 12	— 0,231	+ 0,101	— 2,3
5^3	23	— 17	— 0,265	+ 0,110	— 2,4
5^4	23	— 22	— 0,280	+ 0,109	— 2,5

1) Man versteht darunter blaues Steinsalz, bei dem die *Na*-Teilchen auf den (110)-Flächen aufgehäuft sind und das infolgedessen nach diesen blau gestreift erscheint.

Fig. 21 stellt Tabelle 28 graphisch dar und an ihr erkennt man sofort das anomale Verhalten des blauen Steinsalzes. Wie am ungefärbten treten zwar auch hier als wirksame Gleitflächen $(\bar{1}01)$ und $(0\bar{1}1)$ auf. Aber sie beteiligen sich an der Translation ganz verschieden stark. Der Einfluß von $(\bar{1}01)$, (vergl. die Fig.) überwiegt so, daß beispielsweise $\frac{dy}{dx}$ von $5 = -2{,}5$ ist. Der Punkt bewegt sich also entschieden nach außen. Bei meinen vielen Versuchen am farblosen Steinsalz ist mir das nie vorgekommen. Denn dort geht immer ganz regelmäßig auf der linken Seite die Gleitung nach $(0\bar{1}1)$ vor sich und auf der rechten nach $(\bar{1}01)$. Auch die Translationsrichtung scheint bei $(\bar{1}01)$ anomal zu sein. Wenigstens spricht dafür der Umstand, daß $\frac{dy}{dx}$ von 2^4 nach 5^4 nicht steigt, sondern constant bleibt. In dem folgenden Versuch ist die Anomalie noch deutlicher. Die Druckfläche des gepreßten Prismas bildete mit (100) einen

Fig. 21.

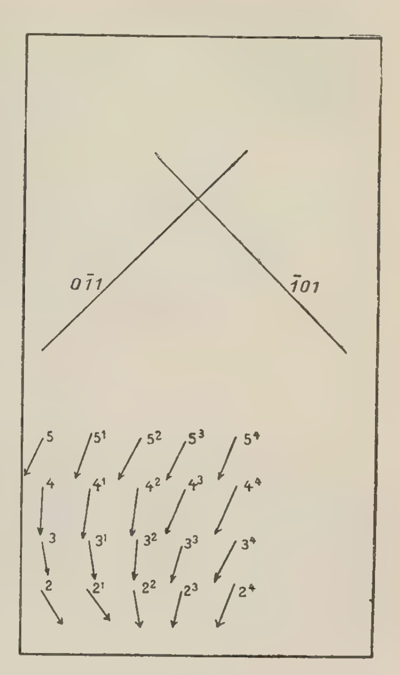


Tabelle 29.

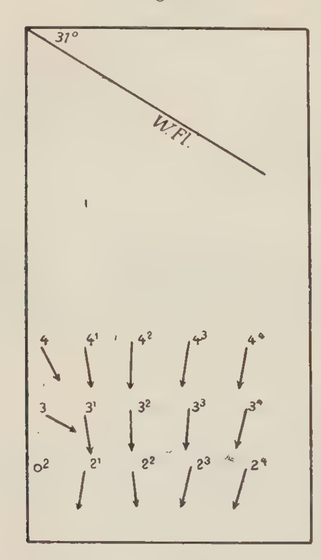
Dimensionen des Prismas: $c = 55$; $b = 30$; $a = 10$. Beob. Fl.: bc.
Druckrichtung: c.

P	y	x	dy	dx	$\frac{dy}{dx}$
2^1	8	— 6	— 0,050	+ 0,004	— 12
2^2	8	— 11	— 0,121	— 0,007	+ 17
2^3	8	— 17	— 0,233	+ 0,038	— 6,1
2^4	8	— 23	— 0,366	+ 0,089	— 4
3	14	— 1,5	— 0,024	— 0,051	+ 0,5
3^1	14	— 6	— 0,126	— 0,023	+ 5,5
3^2	14	— 11	— 0,243	+ 0,001	— 243
3^3	14	— 17	— 0,397	+ 0,054	— 7,4
3^4	14	— 23	— 0,544	+ 0,098	— 5,5
4	21	— 1,5	— 0,157	— 0,078	+ 2
4^1	21	— 6	— 0,252	— 0,043	+ 5,1
4^2	21	— 11	— 0,423	— 0,014	+ 30
4^3	21	— 17	— 0,571	+ 0,060	— 9,5
4^4	21	— 23	— 0,720	+ 0,086	— 8,4

Winkel von 31°, entsprach also selbst etwa (320). Beobachtungsfläche war (001), Bezugspunkt wieder 0.

Wäre die Translation nicht gestört, dann müßte sie nach meinen früheren Messungen ausschließlich nach (101) vor sich gehen, also der Fläche, die (001) in der in der Fig. 22 mit *W.Fl.* bezeichneten Linie durchschneidet. Das ist aber offenbar nicht der Fall, denn die Punkte 3, 4 usw. bewegen sich ja scharf nach innen. Sie gleiten also offenbar längs $(0\bar{1}1)$. Auch das findet man bei dem farblosen Steinsalz nie. Den letzten Versuchen könnte ich noch mehrere andere hinzufügen, will mich aber mit den beiden begnügen; denn die anderen bestätigen nur das schon gewonnene Resultat: daß nämlich die *Na*-Teilchen des blauen Steinsalzes seine Translation beeinflussen, und zwar nicht nur bei dem Mikrostructur zeigenden, sondern auch dem makroskopisch homogen gefärbten. Eigentlich ist das auch gar nicht verwunderlich. Ohne damit natürlich eine exakte Erklärung geben zu wollen, kann man sich grob die Sache etwa so vorstellen: Die zwischen den Gleitplatten liegenden, weichen *Na*-Teilchen werden bei der Deformation selbst deformiert und die Folge davon ist der nicht nur ultramikroskopisch, sondern auch mikroskopisch und makroskopisch sichtbare Pleochroismus. Außerdem wirkt das Natrium aber gewissermaßen als Schmiermittel zwischen den Gleitplatten, und da es ja nicht gleichmäßig verteilt ist, geht die Translation bald nach der einen, bald nach der anderen Fläche besonders leicht vor sich. Dadurch kommen dann die obigen Anomalien zustande.

Fig. 22.



Schluß.

Neuerdings hat Tammann[1]) darauf hingewiesen, daß auch bei den Metallen die Gleitung eine wichtige Rolle spielt. Insbesondere erklärt er mit ihr die sehr merkwürdigen Eigenschaftsänderungen, die Metalle durch dauernde Deformationen erfahren. Hier will ich darauf nicht näher eingehen, sondern nur noch durch ein Zitat aus der obigen Arbeit die große Ähnlichkeit mit den von mir beschriebenen Erscheinungen beweisen. »Steigert

1) Zeitschr. f. Elektrochemie 1912, **18**, 584.

man vorsichtig den Druck auf einem Metallwürfel, so sieht man im mittleren Teil der Fläche, in dem das Druckfeld am homogensten ist, in einem Krystalliten die ersten Gleitflächen, die fast senkrecht zur Druckrichtung verlaufen, auftreten. Bei weiterer Drucksteigerung werden dann neue Gleitlinien sichtbar, deren Winkel mit der Druckrichtung immer mehr abnimmt, je mehr der Druck gesteigert wird.« Der Metallwürfel verhält sich also ebenso wie meine Krystalle. Denn man muß ja beispielsweise, beim Steinsalz deswegen auf (110) einen stärkeren Druck ausüben, um Gleitung zu veranlassen, als auf (100), weil im ersten Falle die Druckrichtung ungünstiger zu den gleitenden Flächen steht.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Arbeit sind folgende:

1. Bei Steinsalz und Sylvin sind Gleitungen unmöglich, die eine beträchtliche Vergrößerung der Oberfläche zur Folge haben. Denn die Oberflächenschicht setzt solchen Translationen einen derartigen Widerstand entgegen, daß das Prisma, noch bevor der Druck groß genug geworden ist, ihn zu überwinden, zerreißt. Es folgt daraus, daß die Oberflächenschicht eines Krystalles andere Eigenschaften besitzt, als das Innere.

2. Beim NH_4Cl ist einzige Translationsrichtung die kurze Rhombendodekaëderdiagonale. Seine Oberflächenschicht zeigt analoge Eigenschaften, wie die bei $NaCl$ und KCl. Sie ist aber in weiteren Grenzen dehnbar.

3. Daß die Oberflächenschicht beim Steinsalz sich anders verhält wie das Krystallinnere, ist schon Voigt aufgefallen. Er hat gezeigt, daß die Zerreißungsfestigkeit eines Prismas stark von der Orientierung seiner Seitenflächen abhängt. Ein näherer Vergleich der Voigt'schen Untersuchungen mit meinen, zeigt, daß sie gut zueinander stimmen und sich in manchen Punkten ergänzen.

4. Die Auerbach'schen Härtemessungen von plastischen Körpern haben zu Resultaten geführt, die sich auch aus meinen Versuchen ergeben. Bei der Härtebestimmung kann man es leicht einrichten, daß die besonderen Eigenschaften der Oberflächenschicht deutlich zutage treten.

5. Bei 200° ist für das Steinsalz die lange Rhombendodekaëderdiagonale einzige Translationsrichtung, für den Sylvin die kurze. Bei 400° ist der Sylvin so weich, daß er sich bei der Deformation wie ein weicher, amorpher Körper verhält. Steinsalz wird auch von 400° an weich und bei 600° ist bei ihm von Translation nichts mehr zu merken. Die Gleitung des NH_4Cl wird durch Temperatursteigerung auf 180° trotz der dadurch bewirkten Umwandlung nicht geändert.

6. Beim blauen Steinsalz wird der Pleochroismus durch die Translation verursacht, also nicht unmittelbar durch den Druck, sondern nur mittelbar. Die Gleitung wirkt aber nicht nur auf die *Na*-Teilchen, sondern das Natrium seinerseits stört und verändert auch die Gleitung.

Dem Verband zur wissenschaftlichen Erforschung der Kalisalzlager danke ich für die Gewährung von Mitteln zur Ausführung dieser Arbeit.

Jena, Mineralogisches Institut der Universität, 1. Mai 1913.

VII. Die Granatgruppe.

Eine statistische Untersuchung.

Von

H. E. Boeke in Halle a. S.

(Mit 2 Textfiguren.)

Die Anzahl der chemischen Analysen von Granat ist sehr groß, aber trotzdem steht eine zahlenmäßig begründete Verwertung dieses Materiales noch aus. Nachfolgend ist der Versuch gemacht, auf dem Wege der Statistik festzustellen, innerhalb welcher Grenzen eine isomorphe Vertretung der Elemente im Granat möglich ist. Gerade die Granatgruppe eignet sich für dies Verfahren besonders, weil das Mineral sehr verbreitet ist und unter den verschiedensten Bedingungen gebildet wurde: magmatisch in mehreren Tiefen- und Oberflächengesteinen, pyrohydatogen oder pneumatolytisch in der pegmatitischen Schlußperiode der Magmenerstarrung, contactmetamorph und schließlich dynamometamorph in krystallinen Schiefern der verschiedensten Art. Man kann daher annehmen, daß ein allgemeiner Schluß über die bei dem Minerale vorhandene Fähigkeit zur homogenen Mischung, frei von Zufälligkeiten der Entstehung, durch eine statistische Bearbeitung der Analysen möglich ist. Weiterhin wurden Andeutungen einer Entmischung der bei hoher Temperatur gebildeten Granatmischkrystalle, also eine Abnahme der gegenseitigen Löslichkeit im festen Zustande bei fallender Temperatur, bislang nicht sicher beobachtet[1]. Der Einfluß der Temperatur auf die Mischkrystallbildung kann daher außer Betracht bleiben.

Bekanntlich versteht man unter Granat eine Doppelverbindung zweier Orthosilikate $\overset{II}{R}_2SiO_4$ und $\overset{III}{R}_4(SiO_4)_3$ im Verhältnis 3 : 1. Die Formel läßt

---

1) Die bekannte anomale Doppelbrechung und Streifung vieler Granatvorkommnisse läßt sich wohl kaum als Folge einer Entmischung erklären. Gerade die eigentlichen gesteinsbildenden Granaten von sehr wechselnder Zusammensetzung und hoher Bildungstemperatur sind optisch isotrop.

sich zusammenziehen zu $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2Si_3O_{12}$. Als $\overset{II}{R}$ treten hauptsächlich auf Ca, Mg, $Fe^{\cdot\cdot}$ und $Mn^{\cdot\cdot}$, als $\overset{III}{R}$ Al und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, daneben auch $Cr^{\cdot\cdot\cdot}$ und dreiwertiges Titan. Vereinzelt oder ganz untergeordnet kommen außerdem im Granat vor: Chromoxydul, Yttriumoxyd, seltene Erdmetalle, Manganoxyd usw., während ein Teil des Kieseldioxyds durch Titandioxyd ersetzt sein kann. Es ist hier nur auf die zweiwertigen Oxyde CaO, MgO, FeO und MnO, auf die dreiwertigen Al_2O_3 und Fe_2O_3 Rücksicht genommen. Die Analysen von Chromgranaten sind zu spärlich, um die Beziehung von Cr zu Al und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ im Granat statistisch ableiten zu können, während beim Titan nur in den seltensten Fällen eine getrennte Bestimmung der beiden Oxydationsstufen durchgeführt wurde.

Eine Übersicht der Granatgruppe ist schon im Jahre 1896 von E. Weinschenk[1]) gegeben. Er erwähnt jedoch kein Zahlenmaterial und ist zu teilweise unrichtigen Schlüssen gekommen, wie sich im Folgenden herausstellen wird. Die Angaben von Weinschenk sind kurz folgende: Die Kalkgranaten nehmen eine Sonderstellung ein gegenüber den Eisenoxydul-, Magnesia- und Mangangranaten, welche unter sich eine vollständige Mischungsreihe darstellen; in die Constitution der FeO-, MgO- und MnO-Granaten treten Eisenoxyd, Chromoxyd und Titansäure höchstens in minimaler Menge ein; unter den Kalkgranaten bilden Kalkton-, Kalkeisen-, Kalkchrom- und Kalktitangranaten eine vollständige Mischungsreihe; vereinzelte Vorkommnisse von Mangangranat bilden den vermittelnden Übergang zwischen den Kalkgranaten und den Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranaten.

Weiterhin leitet J. Uhlig[2]) aus seiner Untersuchung der Granaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins die Regel ab: Je mehr in den Kalkgranaten Kalkeisengranat auf Kosten von Kalktongranat zunimmt, desto geringer wird die Beimischung von $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$, $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ und $Mn_3Al_2Si_3O_{12}$. —

Für die Beurteilung des statistischen Ergebnisses ist die Darstellung durch eine Figur wesentlich. Diese Darstellung wurde folgendermaßen gewählt:

1. Der Prozentgehalt an MgO, FeO und MnO in kalkarmen Granaten ist auf die Summe 100 gebracht und in ein homogenes (dreieckiges) Coordinatensystem eingetragen (Fig. 1).

2. In einem rechtwinkeligen Coordinatensystem ist als Abscisse das Gewichtsverhältnis $Fe_2O_3 : Al_2O_3$, die beiden auf die Summe 100 gebracht, verzeichnet und als Ordinate das zugehörige Gewichtsverhältnis $CaO : (MgO + FeO + MnO)$, wiederum mit der Summe 100 (Fig. 2).

---

1) Diese Zeitschr. 1896, **25**, 365.

2) Verh. d. Naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande u. Westfalens, 1910, **67**, 307. Ausz. in diesem Hefte S. 203—208.

Für 1. wurden die folgenden Analysen benutzt:

Hintze, Handbuch der Mineralogie II, 1889, S. 66, Nr. 2—18; S. 70, 71, Nr. 1—8, 10—24[1]; S. 78, 79, Nr. 1—20, 22—31[2], 35, 37—42; Dana, Mineralogy, 6. Edition, S. 441, Nr. 9; S. 442, Nr. 21, 5—7, 12; S. 1036, Nr. 4; Appendix I, S. 28; diese Zeitschrift **25**, 360; **28**, 163, Nr. II; **32**, 592; **33**, 655, Nr. I, II; **35**, 319; **36**, 178, 202, 421; **42**, 305, Nr. III; **43**, 640, Nr. I—III; **46**, 313 Nr. I (Mitte), I (unten), 314, Nr. I (oben), I (unten); N. Jahrb. 1907, I, 218, Nr. I, II; 1909, I, 378, Nr. II; 1910, II, 42; 1912, I, 24, Nr. V—IX; Tsch. Mitt. **22**, 459, 563[3]).

Für 2.:

Die unter 1. genannten, außerdem Hintze, Mineralogie S. 60, 61, Nr. 1—36; S. 93, 94, Nr. 2, 3, 5—14, 16—58, 64—67; Dana, Mineralogy, S. 443, Nr. 17, 22; S. 144, Nr. 26, 31; S. 1036, Nr. 1—3, 5; diese Zeitschr. **28**, 281, Nr. I, II; **31**, 292, Nr. I, II, 504; **35**, 313; **36**, 653, Nr. IV, V; **37**, 272; **41**, 484; **42**, 305, Nr. I, II; 524, Nr. I, II; **43**, 69, Nr. II; **46**, 295, 313, Nr. I, 313, Nr. I (oben), 315, Nr. I (oben), I (unten), 389, Nr. I, II; **47**, 288; **48**, 119; **51**, 541; N. Jahrb. 1897, I, 432, Nr. II—IX; 1907, II, 33, Nr. I; 1909, I, 33, Nr. VI; 1912, I, 24, Nr. I—IV; Bl.-Bd. **35**, 199; V. M. Goldschmidt, Contactmetam. 1911, S. 364, 367, 371, 375.

Die Gesamtzahl der Analysen für 1. beträgt 114, für 2. 261.

Bei der Zusammenstellung konnte nur teilweise auf die Originalveröffentlichung zurückgegangen werden. Im vorliegenden Falle darf jedoch unbedenklich so verfahren werden, weil es eine Eigenschaft der Statistik mit genügend großen Zahlen ist, daß eventuelle Druckfehler als zufällige Fehler nicht in das Schlußergebnis hineingehen.

Die Zusammenstellung erhebt auf Vollständigkeit keinen Anspruch.

Wie die Darstellung in Fig. 1 zeigt, sind die Punkte zwischen FeO und MnO regellos verteilt, was auf eine lückenlose Mischkrystallreihe Almandin—Spessartin schließen läßt. Ebenfalls ist eine regellose Verteilung von Punkten zwischen FeO und MgO vorhanden, abgesehen von dem Fehlen von Punkten zwischen 75 und 100% MgO. Das letztere erklärt sich durch den Umstand, daß das Vorkommen von Pyrop auf Peridotite und ihre Umwandlungsproducte (Serpentin) beschränkt ist, bei deren Entstehung immer Eisenoxydul in erheblichen Mengen neben Magnesia zugegen war.

---

1) Die Angabe bei Hintze, S. 70, Nr. 9, stimmt mit dem Auszug dieser Zeitschrift 1880, **4**, 99, auch in der fehlerhaften Summierung überein. Das Molekularverhältnis $SiO_2 : (Al_2O_3 + Fe_2O_3) = 2,1 : 1$, die Analyse kann also keinem Granaten entsprechen. Das Original ist mir unzugänglich.

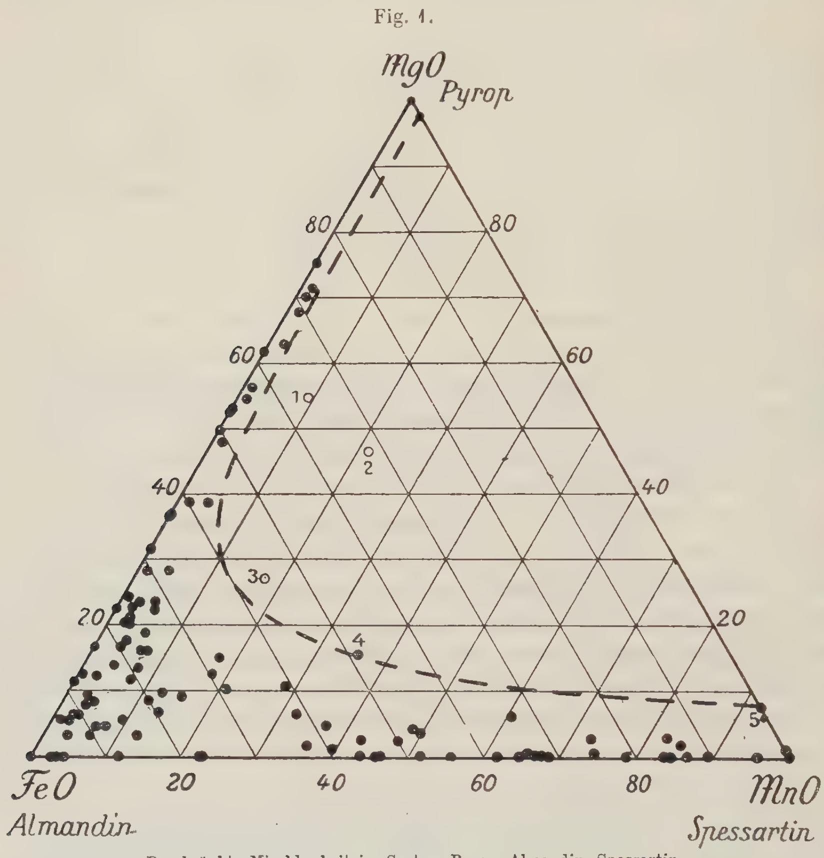
2) Hintze, S. 79, Nr. 21 (übereinstimmend mit dem Original), liefert das Molekularverhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 1,59 : 1 : 2,37$ anstatt $3 : 1 : 3$, entspricht also keinem Granaten.

3) Eine auffallende Angabe findet sich bei Kolderup (Bergens Museums Aarbog 1903, Nr. 12, S. 62, Ausz. diese Zeitschr. **41**, 515, II; der Ausz. im N. Jahrb. 1904, II, 400, XIV, durch Druckfehler entstellt). Granat aus Labradorfels von Alvaerströmmen. Analysenmaterial sorgfältig ausgesucht. Analytiker (nicht der Autor) unbekannt. Molekularverhältnis $RO(+Na_2O) : R_2O_3 : SiO_2 = 3 : 1,14 : 3,72$, anstatt $3 : 1 : 3$. In den Analysenzahlen ist wohl ein Irrtum untergelaufen.

Auch für die Reihe Almandin—Pyrop kann daher eine lückenlose Mischungsreihe angenommen werden.

Nur zwischen *MgO* und *MnO* besteht eine große Lücke, die sich weit in das Innere des Dreiecks hinein erstreckt. Die Grenze dieser Lücke ist nach Wahrscheinlichkeit eingezeichnet. Sollte die Bildung von Mischkrystallen zwischen Pyrop und Spessartin, mit oder ohne Almandinsubstanz,

Fig. 1.



Beschränkte Mischbarkeit im System Pyrop, Almandin, Spessartin.

möglich sein, so wäre nicht einzusehen, weshalb solche Mischkrystalle als Mineral noch niemals gefunden wurden. Die Art des Vorkommens von Eisenoxydul und Magnesia bei magmatischen Prozessen stimmt sehr nahe überein. Wenn also die lückenlose Mischkrystallbildung zwischen Almandin und Spessartin durch das Naturvorkommen so sicher dokumentiert wird, wie es die horizontale Seite des Dreiecks Fig. 1 zeigt, so dürfte man Ähnliches erwarten zwischen Pyrop und Spessartin, falls die Mischkrystallbildung auch hier möglich wäre. Es möge jedoch schon jetzt betont werden,

daß die statistische Behandlung, wie sie hier durchgeführt wird, nur einen Anhaltspunkt geben kann und daß die synthetische Gleichgewichtsuntersuchung immer das letzte Wort reden wird.

In Fig. 1 treten einige Punkte auf, die durch ihre vereinzelte Lage auffallen und etwas näher betrachtet werden müssen. Besteht ein hinreichender Grund, die Zuverlässigkeit der Analyse anzuzweifeln, so sind Ringe an Stelle von Punkten in Fig. 1 und 2 eingezeichnet. Die betreffenden Analysen sind in den Figuren durch Nummern gekennzeichnet.

Bekanntlich wird erst in den letzten Jahrzehnten bei Mineralanalysen auf die Reinigung des Materiales durch Trennung nach der Schwere und mikroskopische Untersuchung besondere Sorgfalt verwendet.

1. Moberg, Journ. pr. Chem. 1848, **43**, 122. Pyrop von Meronitz bei Bilin, Böhmen. Rammelsberg (Handb. der Mineralchem. 1875, 482) sagt über diese Analyse, daß sie der Granatformel »so ziemlich« entspricht. Seebach (Diss., Heidelberg 1906. Ausz. diese Zeitschr. 1909, **46**, 313) findet bei einer zweifachen Analyse desselben Vorkommens nur 0,47 und 0,53 % MnO (Moberg gibt 2,59 % MnO an).

2. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1823, 139. Kohlenschwarzer, undurchsichtiger Granat von Arendal, Norwegen.

3. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1825, 220. Wird von Rammelsberg (Handb. d. Mineralchem. 1875, 482) als nicht richtig bezeichnet.

4. Kobell, Journ. pr. Chem. 1868, Nr. 20, 197. Almandin—Spessartin vom Fluß Stachin, Nord-Columbien.

5. Websky, angeführt bei Hintze, Handb. S. 68, nach einer »Etikette im Breslauer Museum vom Febr. 1868«. Spessartin vom Pfitschtal, Tirol.

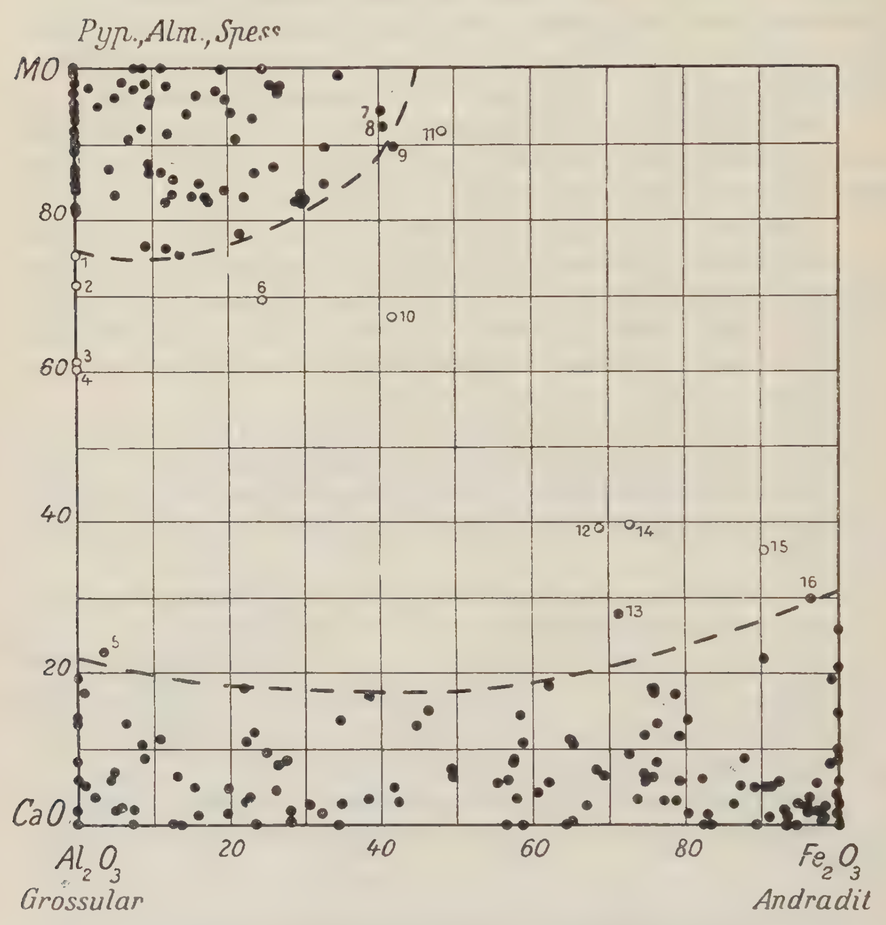
Es liegt kein Grund vor, die Analysen 4 und 5 zu beanstanden, wenn auch die letztere nur eine Summe von 98,07 % ergibt.

Nach Obigem scheint die Aufnahmefähigkeit von Almandin—Spessartin für Magnesia etwas größer zu sein als die von Almandin-Pyrop für Manganoxydul.

Fig. 2 (MO bedeutet $MgO + FeO + MnO$) zeigt deutlich, das zwischen Kalkgranat einerseits, Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranat anderseits, eine begrenzte Mischbarkeit herrscht, wenn auch an beiden Seiten eine nicht unerhebliche Fähigkeit zur Bildung fester Lösungen vorhanden ist. Weiterhin vermögen die MgO-, FeO- und MnO-Granaten eine reichliche Menge Eisenoxyd an Stelle von Tonerde aufzunehmen; die Grenze liegt bei etwa 45 % Fe_2O_3, berechnet auf $Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 100$. In dieser Hinsicht (Ersatz von Al_2O_3 durch Fe_2O_3) weisen die drei genannten kalkarmen Granaten keinen deutlichen Unterschied auf. Mit zunehmendem Eisenoxydgehalt verringert sich die Mischfähigkeit dieser Granaten gegenüber dem

Kalkgranat. Die den kalkarmen Granaten in erheblicher Menge zugemischten, hypothetischen *MgO*-, *FeO*- und *MnO*-Eisenoxydgranaten sind weder in der Natur angetroffen, noch bislang künstlich dargestellt worden.

Fig. 2.



Mischkrystallbildung im System Grossular, Andradit einerseits, Pyrop, Almandin, Spessartin anderseits.

In den Kalkgranaten liegt eine ununterbrochene Mischkrystallreihe zwischen Grossular (Kalktongranat) und Andradit (Kalkeisengranat) vor[1]. Die Aufnahmefähigkeit dieser Kalkgranaten für $MO (= MgO + FeO + MnO)$ zeigt sich vom Verhältnis der Tonerde zum Eisenoxyd ziemlich unabhängig. In der Grenzlinie ist ein schwaches Minimum gezeichnet, ohne daß jedoch

1) Analysen mit verhältnismäßig hohem Titangehalt sind bei der Zusammenstellung ausgeschlossen.

dieser Annahme ein besonderes Gewicht beizulegen sei. Wohl erscheint es ziemlich sicher, daß die Aufnahmefähigkeit für *MO* (insbesondere *MnO*) bei den Kalkeisengranaten etwas größer ist als bei den Kalktongranaten.

Wiederum kommen einige Punkte in der Figur vor, die infolge ihrer auffallenden Lage besonders betrachtet werden müssen.

1. Entspricht Nr. 3 oben.

2. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1877, **185**, 210. Almandin von Stambach, Fichtelgeb., aus Eklogit. Keine Angaben über Materialreinigung. Über die Bestimmung von Eisenoxydul und Eisenoxyd vergl. 3 und 4 unten. Summe der Analyse nur 98,53%.

3, 4. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1874, **171**, 191. Almandin von Eppenreuth und Silberbach, Fichtelgeb., aus Eklogit. Verteilung des Eisens auf die beiden Oxydationsstufen nach der Granatformel berechnet, daher alles *Fe* als Oxydul angenommen. Verunreinigung durch Hornblende wahrscheinlich; der Verf. vermutet selbst eine beginnende Zersetzung (und Quarzeinschlüsse) des Analysenmaterials.

5. Chipman bei König, diese Zeitschr. 1878, **2**, 302. Das Material wird als »derb, körnig« bezeichnet.

6. Connel, James' Journal 1845, **39**, 209. Nach Hintze S. 65: »lose Körner an der Meeresküste, vom Wasser ausgeworfen« (von Elie, Fife, Schottland). Die Einheitlichkeit des untersuchten Materiales daher sehr fraglich.

7, 8. Heddle, Transact. Roy. Soc. Edinb. 1878, **28**, 299. Almandine aus Gneiß, Schottland. Die Analysen scheinen sehr sorgfältig ausgeführt zu sein.

9. Entspricht Nr. 5 in der ersten Übersicht (Websky, Breslauer Museum).

10. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1874, **171**, 191. Wie 3 und 4.

11. Niedzwiedzki, Tscherm. Mitt. 1872, 163. Almandin aus dem Eklogit der Saualpe. Das analysierte Material enthielt nach den Angaben des Verf. Magnetiteinschlüsse; er schreibt: ». . . die Beimengung des Magnetits und der davon ganz oder teilweise herrührende ungewöhnliche Gehalt an Eisenoxyd . . .«

12. Thomson, Ann. Lyc. N. Y. 1829, **3**, 9. Granat von Franklin N. J.

13. Eyermann, Amer. Geologist 1904, **34**, 43. Dunkelbrauner Granat von French Creek, Penn. Orig. mir unzugänglich. In den Auszügen diese Zeitschr. 1907, **42**, 305 und N. Jahrb. 1906 I, 354 übereinstimmend, ein Druckfehler daher ausgeschlossen. Mol.-Verhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 2{,}78 : 1 : 2{,}73$, also nur annähernd dem Granat entsprechend. Eine Bestätigung der Möglichkeit eines zum Punkt 13 gehörenden Granaten bleibt abzuwarten.

14. Igelström, Öfvers. Vet. Ak. Stockholm 1883, 7, 94. Die Analyse wurde schon im Jahre 1864 ausgeführt. Mol.-Verhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2$ $= 2{,}47 : 1 : 2{,}95$. Der Granat war mit Rhodonit verwachsen, was wohl den hohen Mangangehalt (13,00% MnO) erklärt.

15. Bredberg, Vet. Ak. Stockholm 1822, **1**, 85. Granat von Sala, Schweden.

16. Weber bei Rammelsberg, Handbuch d. Mineralchemie 1875, 447. »Polyadelphit« von Franklin N. J. —

Nach dem Vorhergehenden kann die Lücke in der Reihe der Tongranaten zwischen etwa 20 und 75% MO (Fig. 2) angenommen werden.

Eine allgemeine Bedeutung der oben erwähnten Regel von Uhlig ist nicht ersichtlich: die von ihm analysierten Kalkgranaten führen maximal nur 11,2% MO (berechnet auf $MO + CaO = 100$) und stellen also keine gesättigten Mischkrystalle dar. Eine lokale Gesetzmäßigkeit bei der Bildung dieser Granaten mag jedoch vorliegen.

Schließlich bleibt noch die Frage zu lösen, wie sich die drei unter MO zusammengefaßten Oxyde gesondert in bezug auf die Fähigkeit zur isomorphen Vertretung des Calciumoxyds verhalten und ob die Ansicht von Weinschenk, daß Mangangranat dem Kalkgranat am nächsten steht, statthaft ist. Unter den Punkten an der Al_2O_3-Seite der Fig. 2 mit einer Ordinate über 15 beziehen sich 2 auf Analysen mit überwiegendem Mangan-, 2 mit überwiegendem Eisenoxydul, 1 mit überwiegender Magnesia. An der oberen Seite der Figur ist ein Überwiegen des Mangangehaltes unterhalb der Ordinate 82,5 nicht vertreten, es kommen dort nur Granaten mit vorwiegendem Eisenoxydul und Magnesia vor. Zwischen den Ordinaten 90 und 82,5 findet sich Mangan 4 mal an erster Stelle, Eisenoxydul 14 mal und Magnesia 12 mal. An der Fe_2O_3-Seite der Figur dagegen entsprechen 7 Punkte mit einer Ordinate über 15 einem vorherrschenden Mangangehalt und 2 einem vorherrschenden Gehalt an Eisenoxydul. Man kommt daher zum annähernden Schluß: Kalktongranat kann Pyrop, Almandin und Spessartin im gleichen Grade isomorph aufnehmen; Pyrop und Almandin übertreffen Spessartin in der Lösungsfähigkeit für Grossularsubstanz; Andradit besitzt eine weitgehende Aufnahmefähigkeit besonders für Mangangranat.

In bezug auf die isomorphe Vertretung der Tonerde durch Eisenoxyd verhalten sich die drei Granaten Pyrop, Almandin und Spessartin nicht wesentlich verschieden, denn über 25% Fe_2O_3, berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$, kommt jedes der drei Oxyde einige Male im Überschuß vor.

Die Ergebnisse der statistischen Untersuchung der Granatgruppe (mit Ausnahme von Chrom- und Titangranat) lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Zwischen Eisentongranat (Almandin) und Magnesiatongranat (Pyrop) besteht eine lückenlose Mischkrystallreihe.

2. Desgleichen zwischen Almandin und Mangantongranat (Spessartin).

3. Zwischen Pyrop und Spessartin ist eine ausgedehnte Mischungslücke vorhanden, die sich weit in das System der drei genannten Granaten hinein erstreckt. Die Mischbarkeit von Pyrop zu Almandin-Spessartin scheint größer zu sein als die von Spessartin zu Almandin—Pyrop.

4. Zwischen Kalktongranat (Grossular) einerseits, Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranat anderseits besteht eine Mischungslücke von etwa 20 bis etwa 75% MO ($= MgO + FeO + MnO$), berechnet auf $CaO + MO = 100$.

5. Zwischen Grossular und Kalkeisengranat (Andradit) tritt eine lückenlose Reihe von Mischkrystallen auf.

6. Die Aufnahmefähigkeit für MO nimmt mit steigendem $Fe^{\cdots}$-Gehalt in der Grossular-Andraditreihe wahrscheinlich erst etwas ab, dann aber deutlich zu, insbesondere für Manganoxydul.

7. Im Pyrop, Almandin und Spessartin kann Tonerde bis etwa 45% (berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$) durch Eisenoxyd isomorph ersetzt sein. Die drei MO-Granaten verhalten sich in dieser Hinsicht nicht deutlich verschieden.

8. Zunahme von Fe_2O_3 verringert die Aufnahmefähigkeit für Calciumoxyd im Pyrop, Almandin und Spessartin.

9. Kalktongranat kann Pyrop, Almandin und Spessartin in ungefähr gleichem Grade isomorph aufnehmen, dagegen hat Spessartin eine geringere Lösungsfähigkeit für Grossularsubstanz als Pyrop und Almandin. Mithin nimmt Mangangranat keine Sonderstellung in der unterbrochenen Reihe der Tongranaten als vermittelndes Glied zwischen Kalkgranat und MO-Granat ein, wie es wohl behauptet worden ist.

10. Eine graphische Darstellung (Fig. 1 und 2) gestattet einen leichten Überblick über die statistisch ermittelten Grenzen der Mischkrystallbildung in der Granatgruppe.

Die obige Erörterung kann nur als die Vorarbeit zu der experimentellen Festlegung der Gleichgewichte in der Granatgruppe, nicht als der Ersatz einer solchen Untersuchung betrachtet werden, wenn auch gerade in dem Falle des Granaten die Zahl der für eine Statistik verfügbaren Analysen sehr groß ist und außerdem die genetischen Bedingungen des Minerales recht mannigfaltig sind.

Weiterhin werden spätere zuverlässige Granatanalysen zeigen, inwiefern die Mischungsgrenzen in den Diagrammen richtig gezogen wurden.

Mineralogisches Institut der Universität Halle a. S.

VIII. Versuche zur synthetischen Darstellung des Wulfenits.

Von

E. Dittler in Wien.

(Mit 3 Textfiguren.)

Gelegentlich der Abfassung des Artikels über Wulfenit für das C. Doeltersche Handbuch der Mineralchemie fiel mir bei der Durchsicht der einschlägigen Literatur der Mangel an Wulfenitsynthesen auf, weshalb ich den Versuch unternahm, die Kenntnis der Bildungsweise dieses Minerales durch einige Daten zu vermehren.

Bei der Ausführung der Experimente stand mir in reichlichem Maße das Material zur Verfügung, das Herr Prof. B. Granigg in Mies in Kärnten aufgesammelt hatte. Ich möchte Herrn Prof. B. Granigg auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank hierfür ausdrücken.

Ferner danke ich herzlichst meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. C. Doelter, in dessen Laboratorium ich die Versuche beenden durfte.

Wulfenit findet sich nicht allzuhäufig auf Bleierzlagerstätten und ist selten von grauer, häufiger von gelber und roter Farbe. Die Beobachtungen in der Natur lassen auf eine Bildung bei niedriger Temperatur schließen. Die gewöhnliche Ansicht ist, daß der Wulfenit als secundäres Mineral aus katogen umgewandeltem Bleiglanz entstanden sei[1]). Von den zahlreichen Pseudomorphosen von Wulfenit nach Bleiglanz, Cerussit, Kalkspat, Pyromorphit, Mimetesit u. a. sind die nach den beiden Mineralien Bleiglanz und Cerussit wohl am häufigsten.

So fand V. Dürrfeld[2]) Wulfenit neben zerfressenem Bleiglanz gleichzeitig auf Cerussit und Pyromorphit aufsitzend.

---

1) A. W. Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten, 1904, 543.

2) V. Dürrfeld, diese Zeitschr. 1912, **50**, 582.

Der Wulfenit gilt nach der herrschenden Ansicht als ein Mineral der Oxydationszone, denn er wird nach F. Cornu[1]) vom Ilsemannit Mo_3O_8 [2]) begleitet, das als Gel nur in der Zone der Oxydationsmetasomatose auftreten kann.

Ebenso wie die Vanadinsäure und die Chromsäure gehört auch die Molybdänsäure zu denjenigen Stoffen, welche der primären Gangfüllung meistens fehlen und erst im »eisernen Hute« angetroffen werden[3]). Doch ist für die Herkunft so großer Mengen Molybdän, wie sie zu Mies, Raibl und Bleiberg in Kärnten im Kalkstein auftreten, noch keine zutreffende Erklärung gefunden worden[4]).

Nach einer liebenswürdigen Mitteilung des Herrn Prof. B. Granigg ist das Vorkommen von Mies in Kärnten ungewöhnlich reich an Wulfenit; die Produktion an Wulfenit beträgt in Mies etwa 5—12 Waggon pro Jahr.

Speciell für die Wulfenite von Mies könnte vermutet werden, daß das Molybdän aus dem dem metamorphisierten Bleiglanz beigemengten Molybdänglanz stammt, sodaß die Wulfenitbildung auf einen Zersetzungsvorgang, etwa durch Oxydation von Molybdänglanz, zurückzuführen wäre. Die chemische Untersuchung zahlreicher von Wulfenit umgebener Bleiglanzkerne auf Molybdän macht aber eine derartige Annahme unwahrscheinlich, da mit den gebräuchlichen chemischen Hilfsmitteln Molybdän nicht oder höchstens nur in Spuren nachzuweisen war. Aus geeigneten Versuchen erhellt ferner, daß der Molybdänglanz gegenüber dem Wulfenit sehr stabil ist, wie später gezeigt werden soll, sodaß auch aus diesem Grunde der obigen Hypothese Schwierigkeiten erwachsen.

An der stark zerfressenen Beschaffenheit der Mieser Bleiglanzvorkommnisse erkennt man, daß Auslaugungen statthatten, es finden sich zahlreiche Hohlräume, in denen sich krystallisierte Neubildungen angereichert haben. Nach unten zu geht der veränderte Bleiglanz mehr oder weniger plötzlich in das primäre Erz über. In Bleiberg gehen die tiefsten von Wulfenit begleitenden Gänge bis 400 m unter die Talsohle[5]); in größerer Tiefe ist er noch nicht angetroffen worden.

An manchen Stufen der Mieser Vorkommen lassen sich sehr deutlich die verschiedenen Stadien der Wulfenitentstehung aus dem Bleiglanz verfolgen.

Ein Bleiglanzkern ist meist in einem Hohlraum von molybdänsaurem Bleioxyd, das oft noch secundär mit kleineren Krystallen dieses Minerales bedeckt ist, eingeschlossen. Man erkennt deutlich, wie die Umwandlung

---

1) F. Cornu, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909, **17**, 81. Ausz. diese Zeitschr. **51**, 404.

2) H. Höfer, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1871, 566.

3) A. W. Stelzner-Bergeat: Die Erzlagerstätten, Leipzig 1904—06, 553.

4) Derselbe, ebenda, 543.

5) R. Beck, Lehre von den Erzlagerstätten, Leipzig-Berlin 1901, 598.

in der Richtung von innen nach außen fortschritt. Oft sitzt auf dem trüb gewordenen Bleiglanzkern eine erdige Molybdänockerhülle und erst auf dieser sind die Wulfenitkrystalle aufgewachsen.

Die Oberfläche des metamorphisierten Bleiglanzes ist rauh und matt gefärbt, oft wie von Säuren zerfressen und von nierenförmiger oder schaliger Textur, Krystalle sind nur noch selten zu beobachten.

Möglicherweise bildet sich Wulfenit noch heute aus Bleimineralien; so hält C. Schmidt[1]) die Wulfenite aus der Mine Collioux bei St. Luc im Val d'Anniviers (Wallis) für junge Bildungen, die erst im Laufe der letzten 50 Jahre entstanden sein mögen. Der Wulfenit findet sich dort im ausgehenden einer Quarzbank in der Nähe von Bleiglanz.

Herr Hofrat Dr. R. Canaval hatte auf der Halde des Christophistollens (Goldzeche Mölltal, Kärnten) Wulfenitkryställchen angetroffen, von denen er vermutet, daß sie eine sehr junge Bildung darstellen, und daß ihre Entstehung mit dem in der Nähe befindlichen Molybdänglanz einen ursächlichen Zusammenhang besitzt[2]).

Die Stufe, welche mir Herr Hofrat Dr. R. Canaval freundlichst zur Verfügung stellte, enthält auf einem Bleiglanzkern eine limonitische Rinde und in einem kleinen Hohlraum eingewachsen eine kleine Wulfenittafel neben etwas Kupferkies und Eisenspat. Molybdänglanz war an dem Stücke selbst nicht anzutreffen. Junge Wulfenitbildungen scheinen auch die kryptokrystallinen Überzüge zu sein, die ich im Kalkstein des Bleiberger Franz-Josef-Stollens bei km 3 und km 3/II auffand. Der Wulfenit tritt dort an Stelle des Bleiglanzes gangförmig auf, während Bleiglanz nur hier und da noch in kleinen Kernen anzutreffen ist. Der Wulfenit hat hier den Bleiglanz fast vollständig verdrängt.

E. Hatle beobachtete bei Tierrach in Steiermark[3]) auf Eisenocker aufgewachsen lichtgelbe Wulfenitkrystalle.

Auf den chemisch geologischen Vorgang, der zur Wulfenitbildung führt, werfen die wenigen bisher ausgeführten Synthesen nur wenig Licht.

Wir wollen hier absehen von den N. S. Manross'schen Versuchen[4]) der Wulfenitbildung aus geschmolzenen $(NH_4)_2MoO_4$, $NaCl$ und $PbCl_2$, da sie für die Erklärung der Bildungsweise dieses Minerales aus Lösungen nicht in Betracht kommen.

Erwähnenswert sind jedoch die Arbeiten G. Cesàro's[5]), welcher aus alkalischen Lösungen von $PbCrO_4$ und $PbMoO_4$ innerhalb vier Monaten

---

1) C. Schmidt, Eclogae geol. Helvet. 1901, **7**, 139.

2) Nach einer privaten Mitteilung.

3) E. Hatle, Die Minerale des Herzogtums Steiermark, 1885, 161.

4) N. S. Manross, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1852, **81**, 243.

5) G. Cesàro, Bull. d. l'Acad. Roy. de Belg. 1905, 327 u. diese Zeitschr. 1907, **43**, 503.

unter dem Einfluß der atmosphärischen CO_2 kleine Gruppen von Krokoitnädelchen und ein graues, metallisch glänzendes Pulver von Wulfenit erhielt.

A. Himmelbauer[1]) vertritt auf Grund seiner Studien, welche er an den Wulfeniten Bleibergs machte, die Ansicht, daß die Bildung dieses Minerales eine Art Hutbildung sei »da die Gegenwart der Molybdänsäure wohl nur durch Emporsteigen aus der Tiefe zu erklären sei, wird man zur Annahme eines doppelten chemischen Processes greifen müssen«. Mit G. Cesàro weist A. Himmelbauer darauf hin, daß alkalihaltige Molybdänsäurelösungen den Bleiglanz angegriffen haben und diese Lösungen des Bleimolybdates durch CO_2-haltige Tagewässer wieder ausgefällt wurden. In den Vorkommen von Mies in Kärnten zeigt sich häufig zwischen dem Bleiglanzkern und dem darüber lagernden Wulfenit eine bis 1 cm dicke Limonitablagerung, ferner erkennt man bei genauem Zusehen zwischen dem Wulfenit und dem Bleiglanz mitunter eine Schicht von Bleicarbonat (Cerussit). Das Eisen der limonitischen Rinde stammt jedenfalls aus dem dem Bleiglanz beigemengten Pyrit und ist bei der Oxydation primär als Limonit niedergeschlagen worden. In Raibl fand ich neuerdings Wulfenit mit Cerussit zusammen.

Es scheint übrigens, daß in der Natur außer der reinen Verbindung $PbMoO_4$ auch isomorphe Mischungsglieder zwischen dieser und den entsprechenden Kalk- und Chromsalzen existieren.

So enthalten manche Wulfenite Kalk in größerer Menge, wie z. B. das von S. Koch[2]) beschriebene Gelbbleierz von Chile, dessen Analyse zu der Formel $2PbMoO_4 + CaMoO_4$ führte.

W. Bodenbender[3]) beschrieb ein Wulfenit-ähnliches Mineral, das sich von ihm durch ein über 7 liegendes specifisches Gewicht unterschied. Das Mineral enthielt neben MoO_3 und PbO auch P_2O_5, Ca und Fe.

Schultze[4]) konnte aus dem Schmelzflusse Mischungen von $PbMoO_4$ mit $PbCrO_4$ bis zu einem Maximalgehalte von 42% des Krokoites in der tetragonalen Form herstellen.

Eigene Versuche.

Vom minerogenetischen Standpunkte aus ist die Kenntnis derjenigen Bedingungen, unter denen ein Mineral stabil ist, von Wichtigkeit.

Es wurde zunächst versucht, das Verhalten des Wulfenit gegen einige Gase und Lösungen festzustellen.

---

1) A. Himmelbauer, Tscherm. min. u. petr. Mitt. 1907, **26**, 491. Ausz. diese Zeitschr. **47**, 199.

2) S. Koch, Über den Wulfenit. Diese Zeitschr. 1882, **6**, 391.

3) W. Bodenbender, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901, **9**, 52; Ausz. diese Zeitschr. **38**, 305.

4) Schultze in P. Groth, Chem. Kryst., 1908, II, 384.

Verhalten gegen Sauerstoff:

Beim Erhitzen feinsten[1]) in Wasser suspendierten Wulfenitpulvers auf 80° im O-Strome durch etwa 12 Stunden hindurch, tritt außer einer Farbenänderung ein Wechsel in den optischen Eigenschaften (der Brechungsquotient konnte wegen seiner Höhe unter dem Mikroskop nicht ermittelt werden) nicht ein.

Die Farbe wechselte dagegen von bräunlichgelb zu lebhaft zitronengelb.

P. Groth[2]) hält die Annahme G. Rose's und A. Schrauf's, daß die Wulfenite ihre rote Farbe beigemengter CrO_3 oder V_2O_5 verdanken, nicht für richtig; P. Groth meint, daß eher ein organisches Pigment die Rotfärbung verursachen könne, denn viele rotgefärbte Vorkommen erweisen sich vollständig frei von CrO_3 und V_2O_5.

Manche Wulfenite, wie die schön gefärbten Krystalle von Yuma (Arizona), enthalten organische Substanz; bei stärkerem Erhitzen wird diese unter lebhaftem Verknistern der Krystalle und hellen Flammenerscheinungen ausgetrieben, während die rote Farbe bestehen bleibt; dieselbe kann demnach nicht organischen Ursprungs sein. Nach Aufgabe der organischen Färbung wäre die Annahme statthaft, daß nach Analogie der Farbe von Kaliumbichromat, Krokoit u. a. bei Wulfenit eine Färbung durch Chrom vorliegt. Auch die Annahme des Vanadinpentoxyd V_2O_5 als färbendes Element wäre denkbar. Im Wulfenit von Wheatly Mine ist nach Smith[3]) 1,28% V_2O_5 enthalten, ähnlich in dem Gelbbleierz von Bleiberg[4]). Es scheint hierbei die Annahme der Färbung durch Chrom mehr für sich zu haben, wenn auch analytisch nachweisbares Chrom nicht in allen Wulfeniten vorhanden ist.

Um die Frage zu studieren, wurden einige Versuche angestellt: Ausgesucht rotgefärbte Kryställchen (Arizona) des Minerales wurden im C. Doelter'schen Heizmikroskop im Luft- und CO_2-Strome erhitzt:

1. Ein nach der Basis orientiertes Dünnschliffpräparat wurde zunächst bis auf 700° im Luftstrom erhitzt. Der Schnitt zeigte bei der konoskopischen Prüfung keine Veränderung. Auch die Farbe war erhalten geblieben. Der Schliff schmolz bei 1060° an das Quarzschälchen an, ohne daß eine Farbenänderung eintrat. Bei der Abkühlung fand ein Umschlag der Farbe nicht statt.

---

1) Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wurde das Wulfenitpulver durch ei Leinwandfilter auf die Korngröße von 0,04 mm gebracht.

2) P. Groth, diese Zeitschr. 1883, **7**, 592.

3) Smith, Am. Journ. 1855, **20**, 245.

4) L. Wöhler, Ann. d. Chemie u. Pharm. 1857, **102**, 383.

2. Bei einem zweiten Versuch wurde ein ebenso orientiertes Präparat in dem von C. Doelter construierten elektrischen Mikrogasofen zur Vermeidung der Oxydation im CO_2-Strom bis auf 1000° erhitzt. Das Präparat ruhte diesmal auf Platinfolie im Quarzschälchen. Das Blättchen war nahe bei 1070° noch optisch einaxig und negativ. Es schmolz bei 1070° zu einer zitronengelben Kugel, aus der bei der Abkühlung sich Krystalle nicht bildeten. Wulfenit ist demnach, ohne sich in eine zweite Modifikation umzuwandeln, bis zu seinem Schmelzpunkte stabil.

Würde die Farbe durch ein organisches Pigment hervorgerufen, so müßte bei so hoher Temperatur wohl ein Verlust der Farbe zu beobachten sein.

A. Himmelbauer[1]) fand, daß Wulfenit durch Bestrahlung mit Radium keine Farbänderung erfährt.

Mehrere Dünnschliffsplitter, größere Krystallbruchstücke und feinst gesiebtes Pulver eines hellen Mieser Wulfenites wurden durch zwei Wochen unausgesetzt mit dem ultravioletten Licht der Quecksilberlampe bestrahlt.

1. Das große Krystallbruchstück erhielt einen Farbenumschlag von

5 orange $4\,k$ nach orange $4\,i$ [2]).

2. Die nach (001) getroffenen Dünnschliffsplitter erlitten eine Farbenänderung von

5 orange $u + v$ nach orange $s + t$.

3. Das mehlfeine Pulver wechselte seine Farbe von

7 gelb r nach 6 orange k.

Bei allen drei Präparaten, die sich nur durch ihre Größe voneinander unterschieden und von ein und demselben Fundorte (Mies in Kärnten) stammten, trat ein Dunklerwerden der Farbe ein, am ausgeprägtesten bei dem Pulverpräparat, das zitronengelb gefärbt eine Braunfärbung annahm. Das verfärbte Pulver wurde später dem Sonnenlichte ausgesetzt, wobei nach 48stündiger Bestrahlung der Farbenton 6 orange s, also nahezu die ursprüngliche Farbe beobachtet werden konnte. Die durch das ultraviolette Licht hervorgerufene Dunkelfärbung verschwand allmählich im Tageslichte.

Nun wurde künstlich hergestellter Wulfenit, gut gewaschen und getrocknet, dem Lichte der Quarzglaslampe ausgesetzt.

Die Farbe des synthetischen Wulfenit nach Radde's Farbenskala war beinahe weiß, 39 blaugrau t; sie wird schon nach zweistündiger Bestrahlung 40 violettgrau l, also ganz dunkel, nahezu schwarz.

---

1) In C. Doelter, Das Radium und die Farben. Dresden 1910.

2) Nach Radde's internationaler Farbenskala.

Das Pulver des künstlichen Bleimolybdates mit der Formel

$$PbO . 2\tfrac{1}{2} MoO_3 (0,025\, H_2O),$$

mit der Farbe 37 grüngrau *u*, wird nach 4stündiger Bestrahlung 40 violettgrau *o*; es erhält einen Stich in das rote und wird bedeutend dunkler. Nach 48stündiger Bestrahlung war das Pulver 40 violettgrau *k* geworden, während das unbeleuchtete Kontrollpräparat seine ursprüngliche helle Farbe beibehalten hatte.

Es scheint demnach die Eigenschaft, im ultravioletten Licht eine dunkle Farbe anzunehmen, allen Bleimolybdaten eigen zu sein.

Zur Kontrolle wurde aus Bleichlorid und Kaliumchromat ein Bleichromat frisch hergestellt und chlorfrei gemacht. Das getrocknete orangegelbe Pulver zeigte trotz mehrwöchentlicher Bestrahlung mit der Quarzglaslampe keine Spur einer Farbenänderung. MoO_3-chromhaltige Krystalle von Arizona mit der Farbe des Pulvers 5 orange *t* werden nach zweitägiger Bestrahlung 4 orange *t*, also mehr orange, aber nicht dunkler. Daraus ergibt sich ein Unterschied gegenüber den chromfreien Krystallen von Mies, die alle dunkler werden. Es hat den Anschein, als ob die Farbe der Wulfenite eine Eigenfarbe, vielleicht herrührend von einem gelben Molybdänoxyd, ist, und daß die Beimischung von Chrom nur zur Folge hat, daß der Farbenton wie bei den Wulfeniten Arizonas intensiver rot wird.

Wenn, wie dies wahrscheinlich ist, die specifisch rote Farbe der Wulfenite von Arizona durch eine isomorphe Beimengung von Rotbleierz herrührt, so wäre nach Versuchen, die C. Doelter ausführte[1]), das Färbemittel des chromfreien Wulfenits als kolloidal anzunehmen.

Kolloidale Färbemittel verändern sich leicht im ultravioletten Licht, isomorphe Beimengungen dagegen nicht; damit wäre erklärt, weshalb die roten chromhaltigen Krystalle von Arizona ihre Farbe bei der Bestrahlung sehr viel mehr beibehalten als die gelben chromfreien Krystalle dieses Minerales. Auch das jedem Sammler bekannte Ausbleichen der Wulfenite am Licht spricht für die Annahme eines sehr empfindlichen Färbemittels.

C. Doelter[2]) untersuchte Chromverbindungen auf ihr Verhalten gegen Radium und ultraviolettes Licht und fand ebenfalls große Beständigkeit der Farben gegen beide Agentien. Nur Chromalaunlösung veränderte die Farbe durch Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen etwas.

Molybdänsäurelösung wird nach C. Doelter durch das ultraviolette Licht in seiner Farbe stark verändert von orangegrau nach graugrün, also

1) C. Doelter, l. c. 43—46.

2) Derselbe, Über kolloide Färbemittel im Mineralreich, Z. f. Chem. u. Ind. d. Kolloide 1909, 4, 188.

dunkler, ähnlich wie es am Wulfenit beobachtet wird. Aus diesen Versuchen darf die Vermutung abgeleitet werden, daß die Farbe der Wulfenite weder durch ein organisches Pigment, noch durch eine Chrom- oder Vanadinverbindung zustande kommt. Letztere Elemente können wohl die Eigenfarbe stark nach rot verändern, aber die eigentlichen Urheber der Farbe sind sie nicht.

Verhalten gegen H_2S:

Feinst gesiebtes Wulfenitpulver wurde in der Kälte durch 12 Stunden mit frischem H_2S-Wasser behandelt und gleichzeitig H_2S in die wässerige Aufschlämmung eingeleitet. Der Rückstand enthielt neben unzersetzten Resten von Wulfenit ein braunschwarzes Gemisch von PbS und MoS_3.

Nach dem Kochen des Niederschlages mit $(NH_4)_2S$ und etwas NH_3, in dem das PbS ungelöst blieb, resultierte eine rotgefärbte Flüssigkeit, die kein Blei sondern nur Molybdän enthielt.

Wulfenit ist demnach gegen H_2S in höchstem Maße unbeständig, indem das Mineral von diesem Gas schon in der Kälte angegriffen wird. Das scheint auch der Grund zu sein, warum Pseudomorphosen von Wulfenit nach Molybdänglanz in der Natur fehlen.

Von H_2S wird Wulfenitpulver schon nach wenigen Minuten braun gefärbt. Behandelt man den aus dem Wulfenit erhaltenen Molybdäntrisulfidrückstand mit Ammoniumsulfid unter gleichzeitigem schwachem Erwärmen, so erhält man ein krystallinisches Pulver von Molybdändisulfid.

Das Molybdändisulfid erwies sich als in lebhaft metallisch glänzenden, zuweilen sechsseitig begrenzten Blättchen krystallisiert. Die Krystalle gaben auf Papier und Porzellan einen dunkelgrauen Strich.

Die Boraxoxydationsperle war in der Hitze gelb bis dunkelrot, in der Kälte farblos, bei viel Zusatz schwarz.

Es hatte sich Molybdänglanz gebildet.

Verhalten gegen CO_2:

a) In der Kälte: Feinstes Wulfenitpulver wurde in 1000 cm³ dest. Wasser suspendiert und unter mehrmaligem Aufschütteln durch 3 Tage mit von O mittelst glühenden Kupfers befreiter CO_2 aus der Bombe behandelt.

Der Abdampfrückstand war so gering, daß er quantitativ nicht ermittelt werden konnte.

b) In der Hitze (100°) lösen sich unter sonst gleichen Verhältnissen von 0,5925 g eingewogener lufttrockener Substanz 0,0217 g, das ist 3,66 %.

Der Rückstand war zum Teil zersetzt und undurchsichtig und braun geworden, bestand aber im übrigen durchaus noch aus Wulfenit. Ein mikroskopisch bestimmbares Bleicarbonat hatte sich nicht gebildet.

Verhalten gegen $NaCl$:

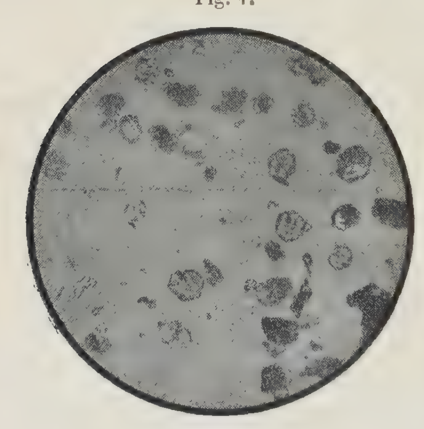
W. Meyerhoffer[1]) stellte »Stolzit« her, indem er Na_2MoO_4 mit 1 Mol. $PbCl_2$ zusammenschmolz.

Das Salzpaar $PbMoO_4 + 2NaCl$ ist im Schmelzflusse bei hoher Temperatur stabil gegen $Na_2MoO_4 + PbCl_2$; auch in wässerigen Lösungen ist bei Wasserbadtemperatur Wulfenit neben Natriumchlorid beständig, bei 14 tägiger Behandlung von feinstem Wulfenitpulver mit koncentrierter Kochsalzlösung auf dem Wasserbade gewahrt man auf den Wulfenitkrystallen unter dem Mikroskop einen braungelben amorphen Überzug. Im Filtrat der Kochsalzlösung fällt H_2S nach dem Ansäuern und mehrtägigem Stehen weder Blei noch Molybdän.

Kolloide Molybdänsäure nach Graham durch Hinzufügen von HCl zu Na_2MoO_4 (5 %) hergestellt, reagiert sauer und gelatiniert auf dem Dialysator; salzfrei wird die Säure wieder flüssig. Diese Säure wird durch die geringsten Mengen Bleiglanz zur Koagulation gebracht und ausgefällt. Unter dem Mikroskop ist das feine Bleiglanzpulver mit einer gelblichen Haut umgeben, welche am Krystalloid festhaftet und nur durch das Schleichersche Pergamentfilter vom Bleiglanz getrennt werden konnte. Ein Teil der Molybdänsäure blieb jedoch auch nach mehrtägiger Behandlung im Dialysator am Mineral festhaften.

Verhalten gegen $NaHCO_3$:

Fig. 1.



Mit Reichert Imm. 8a phot.

1 g Wulfenit wurde in feinst gepulvertem Zustand am Wasserbad durch 6 Tage mit zweifach normaler Na_2CO_3-Lösung behandelt. Das alkalische Filtrat enthielt Bei und Molybdän. Der abfiltrierte Rückstand löst sich nach dem Auswaschen unter CO_2-Entwickelung vollständig in verd. HNO_3 (charakteristisch für Bleicarbonate). Unter dem Mikroskop besteht er aus hexagonalen, meist nach {0001} entwickelten Kryställchen (Fig. 1) von schwächerer Doppelbrechung als Wulfenit und optisch negativem Charakter; die Lichtbrechung liegt über Jodmethylen.

Da das Präparat im Kölbchen Wasser entwickelte, lag die Vermutung nahe, daß es sich um ein Bleihydroxycarbonat handeln könnte.

Eine Analyse des lufttrockenen weißlichgrauen Pulvers ergab:

---

1) W. Meyerhoffer, Zeitschr. f. phys. Chem. 1901, **38**, 307; Ausz. diese Zeitschrift **38**, 191.

Glühverlust ($H_2O + CO_2$)[1]	14,3
PbO	86,6
	100,9

Dem Formelbild

$$(CO_3)_2Pb(Pb.OH)_2$$

entsprechen:

PbO	86,3
CO_2	11,3
H_2O	2,3
	99,9

Es entstand also Hydrocerussit, der sich auch in der Natur findet[2]) und von L. Bourgeois[3]) zum ersten Male synthetisch durch Einwirkung von basisch essigsaurem Blei auf Harnstoff bei 130° im geschlossenen Rohre hergestellt worden war.

H. Bequerel[4]) brachte Bleisulfid in Natriumbikarbonat und beobachtete als Reaktionsprodukt Cerussitkrystalle. Aus Wulfenit bildet sich durch Na_2CO_3 kein Cerussit, sondern Hydrocerussit.

Von CO_2-haltigen Wässern wird Wulfenit kaum angegriffen, von Natriumkarbonat dagegen rasch zersetzt.

Das erhaltene basische Bleikarbonat wurde nun mit verdünnter alkalischer Molybdänammoniumlösung in einer CO_2-Atmosphäre durch etwa 90 Tage am Wasserbad behandelt.

Es geht aus der Literatur nicht klar hervor, welches Salz unter dem »käuflichen Ammoniummolybdat« gemeint ist.

Dem gewöhnlichen, chemisch reinen Salz des Handels wurde früher ohne Rücksicht auf den Wassergehalt die Formel $3(NH_4)_2O.7MoO_3$ gegeben. Nach Junius, J. Sand und F. Eisenlohe[5]) führt es aber in Wirklichkeit die Formel $5(NH_4)_2O.12MoO_3$.

Löst man dieses Ammoniumsalz in Wasser, so tritt eine hydrolytische Spaltung ein, wobei sich freie H-Ionen bilden, welche der Lösung saure Reaktion verleihen. Durch Zusatz von etwas $NaOH$ verschwinden die H-Ionen und es kommt zur Bildung von MoO_4''-Ionen nach der Formel:

$$Mo_6O_{22}^{8\prime} + 4\,OH' = 6\,MoO_4'' + 2\,H_2O\,.$$

---

1) Eine gesonderte quantitative Bestimmung von H_2O und CO_2 ließ die geringe Menge der Substanz nicht zu.

2) A. E. Nordenskiöld, Geol. För. Förhandl. 1876, 376. A. Lacroix, Bull. soc. min. 1885, 8, 35; Ausz. diese Zeitschr. **12**, 643.

3) L. Bourgeois, Bull. soc. min. 1888, **11**, 221; Ausz. diese Zeitschr. **18**, 518.

4) H. Bequerel, Compt. Rend. 1866, **63**, 1.

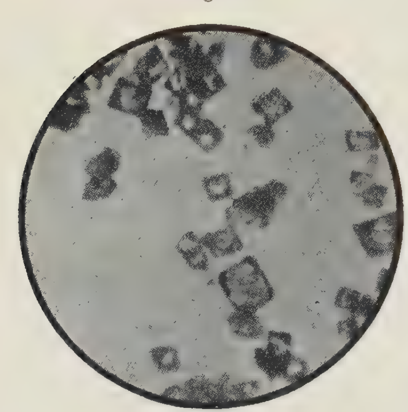
5) J. Sand und F. Eisenlohe, Zeitschr. f. anorg. Chem. 1907, **52**, 68.

Die Orthomolybdat-Ionen bilden sich demnach nur in alkalischer Lösung, und das war der Grund, warum die Molybdänlösung alkalisch verwendet wurde.

Die Polymolybdatlösung wurde durch Auflösen von 30,67 g reinem Ammoniummolybdat in 500 cm³ dest. Wasser hergestellt.

Nach der Entfernung der leicht löslichen Ammoniumsalze aus dem Niederschlag durch Auswaschen ergab sich unter dem Mikroskop ein Gemenge von teils unangegriffenem Bleikarbonat, teils gelblich gefärbten, unregelmäßig begrenzten Polyëdern eines Salzes, das in sehr verdünnter Natronlauge löslich war und daraus in quadratischen Pyramiden auskrystallisierte (Fig. 2). Die mikroskopisch kleinen Kryställchen waren farblos und durchsichtig; die Doppel- und Lichtbrechung war sehr stark, und mit einem Tropfen konc. H_2SO_4 und etwas Alkohol befeuchtet, erhielt man eine blaue Lösung von Molybdänoxyd. Die chemische Analyse des mit sehr verdünnter HCl vom Karbonat getrennten Produktes war:

Fig. 2.



Mit Reichert Imm. 8a phot.

0,4739 g getrocknete Substanz gaben:

0,3117 PbS entsprechend 0,2908 PbO,
0,2031 MoS_2 » 0,1827 MoO_3.

In Prozenten:

	Kunstprodukt:	Wulfenit:
PbO	61,37	61,4
MoO_3	38,56	38,6
Summe:	99,93	100,0

Die optischen und chemischen Eigenschaften lassen das Kunstprodukt als Wulfenit erkennen.

Es gelang demnach die Synthese durch Abbau des natürlichen Minerales: Umwandlung desselben in ein wasserhaltiges Karbonat und neuerliche Verwandlung dieses in das Bleimolybdat.

Die Synthese läßt vermuten, daß dort, wo in der Natur sich neben Bleiglanz und Wulfenit Karbonate finden, die Entstehung der Molybdänverbindung aus dem Karbonat erfolgen kann; vielleicht ist dieses ein Zwischenprodukt bei der Entstehung des Wulfenites aus Bleiglanz.

Bleiglanz wird von reinen Molybdänlösungen nur sehr schwer und langsam angegriffen, während basisches Bleikarbonat sich schon nach kurzem Stehen mit einer gelben Rinde von Molybdänsalz überzieht.

Anderseits darf man nicht vergessen, daß das im Laboratorium wohlgelungene Experiment im großen nicht wiederzukehren braucht, weil hierbei allerlei Umstände in Betracht kommen, welche den kleinen Einzelversuch kaum beeinflussen. Ein Wegweiser für die Entstehung des Wulfenit durch diese Synthese dürfte jedoch gegeben sein.

Darstellung eines künstlichen Bleimolybdates:

In den großen Handbüchern der Chemie (Dammer, Kraut-Gmelin) finden sich keine oder nur sehr spärliche Angaben über molybdänsaure Bleisalze. In Dammer's Handbuch[1]) findet sich folgende Notiz:

Bleinitrat gibt mit Alkalimolybdat einen starken weißen Niederschlag, löslich in Salpetersäure und Ammoniak.

Versuch: Wird in eine verdünnte heiße Lösung von Ammoniummolybdat ebensoviel koncentrierte heiße Bleichloridlösung eingegossen, daß eben alles Molybdän gefällt wird, und ein weiterer Tropfen Bleichlorid keine Trübung der Flüssigkeit mehr hervorruft, so erhält man einen gelblichweißen Niederschlag, der unlöslich in Wasser ist, sich aber in Salpetersäure und Salzsäure löst.

Noch einige Zeit aufgekocht und dann absitzen gelassen, läßt sich der Niederschlag durch Dekantieren waschen. Das chlorfreie Pulver wurde bei 115° getrocknet, wobei die Farbe von gelblichgrün zu blaugrün wechselte.

Unter dem Mikroskop ist das Pulver amorph. Nach dem Erhitzen wird es durchaus krystallinisch; man erhält einen sehr feinkörnigen Niederschlag von starker Licht- und Doppelbrechung. Eine konoskopische Untersuchung war wegen der Kleinheit der Körnchen nicht durchführbar.

Die Analyse des bei 115° getrockneten Salzes ergab:

0,6946 g abgewogene Substanz:

1. 0,2864 g PbS entsprechend 0,2672 g PbO,
2. 0,4693 g MoS_2 » 0,4221 g MoO_3.

Die Bestimmung des Wassers erfolgte in einer gesonderten Probe nach der Methode S. L. Penfields und wurde von meinem Freunde, Dr. R. v. Görgey ausgeführt, wofür ihm herzlichst gedankt sei.

0,4291 g Substanz enthielten 0,0033 g H_2O.

In Prozenten:		
	PbO	38,47
	MoO_3	60,77
	H_2O	0,77
	Summe:	100,01

1) Dammer, Handbuch d. anorg Chemie, III, 1907.

Die Molekularquotienten sind:

$$PbO : MoO_3 : H_2O = 0,1724 : 0,4220 : 0,0427.$$

Das Molekularverhältnis, wenn man die Prozente PbO wie im Wulfenit gleich 1 setzt, ist:

$$PbO : MoO_3 : H_2O = 1 : 2,45 : 0,025$$

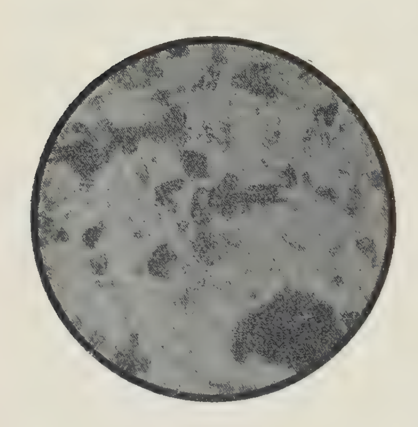
oder:

$$1\,PbO \cdot 2\tfrac{1}{2}\,MoO_3\,(0,025\,H_2O).$$

Das offenbar hygroskopisch gebundene Wasser geht erst bei hoher Temperatur weg (Kaolin, Nontronit).

Das erhaltene Bleimolybdat löst sich in Na_2CO_3-Lösung, und man erhält nach mehrtägigem Stehen an freier Luft ein weiß gefärbtes Pulver, das durchwegs krystallinisch ist.

Fig. 3.



Mit Reichert Objectiv 7 phot.

Unter dem Mikroskop erweist sich das neue Bleimolybdat als in hexagonalen oder trigonalen Prismen (Fig. 3) krystallisierend; der optische Charakter ist negativ, die Doppelbrechung und Lichtbrechung ist sehr stark ($\gg$ Jodmethylen). Die Krystalle sind in HCl 1 : 80 leicht löslich und wandeln sich mit etwas konc. Na_2CO_3-Lösung in das basische Bleikarbonat um. Mit HCl 1 : 150 behandelt, läßt sich das Karbonat vom Molybdat nahezu quantitativ trennen.

Das künstlich hergestellte Bleimolybdat entspricht in seiner chemischen Zusammensetzung durchaus nicht dem Wulfenit. Es scheint vielmehr, daß nach Analogie der wasserhaltigen molybdänsauren Calcium- und Baryumverbindungen auch mehrere komplexe Bleisalze existieren, die in der Natur nicht bekannt sind.

Über die Einwirkung molybdänsaurer Lösungen auf Bleiglanz, amorphes Bleisulfid und Bleikarbonat sowie über eine spektroskopische Untersuchung verschieden gefärbter Wulfenite hoffe ich in einer zweiten Mitteilung Bericht erstatten zu können.

Mineralogisches Institut der k. k. Universität Wien.

IX. Der Curie-Wulff'sche Satz über Combinationsformen von Krystallen.

Von

Heinrich Liebmann in München.

Einleitung.

Im Jahre 1885 hat P. Curie[1]) den folgenden Satz aufgestellt, der die Frage nach der Ausbildung combinierter Krystallformen aus einer Mutterlauge betrifft:

Wenn die vorhandenen Trennungsflächen F_1, $F_2 \ldots F_n$ die Capillaritätsconstanten k_1, $k_2 \ldots k_n$ besitzen, so ist die stabile Combination diejenige, für welche die Oberflächenenergie

$$E = k_1 F_1 + k_2 F_2 \ldots + k_n F_n$$

bei gegebenem Volumen zu einem Minimum wird.

Wir wollen hier gleich das zum Schluß behandelte Beispiel erwähnen: Ein regulärer Krystall sei von Würfel-, Oktaëder- und Rhombendodekaëderflächen begrenzt, wobei den sechs Flächen {100} die Constante a, den acht Flächen {111} die Constante b und den 12 Flächen {110} die Constante c entspricht. Welche Combination wird dann entstehen?

Der Curie'sche Satz verwandelt die Frage nach der entstehenden Combination in eine geometrische Aufgabe, von welcher später G. Wulff[2]) die folgende Lösung gegeben hat:

Das Minimum der Oberflächenenergie

$$k_1 F_1 + k_2 F_2 \ldots + k_n F_n$$

bei gegebenem Volumen des Polyëders wird erreicht, wenn die

1) P. Curie, Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires de leurs différentes faces. Bull. soc. min. fr. 1885, **8**, 145 ff. Ausz. diese Zeitschr. **12**, 651.

2) G. Wulff, Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung von Krystallflächen. Diese Zeitschr. 1901, **34**, 449 ff.

Entfernungen $p_1, p_2 \ldots p_n$ seiner Flächen von einem und demselben Punkte proportional deren Capillaritätsconstanten $k_1, k_2 \ldots k_n$ sind.

Wulff entwickelt im theoretischen Teile dieses Ergebnis und damit die Antwort auf die durch Curie's Satz vorgelegte Frage an fünf Beispielen vollständig und gelangt dann durch ein, wie im Folgenden gezeigt wird, nicht bindendes Schlußverfahren zu dem richtigen allgemeinen Satz.

Statt nämlich allgemeine Variationen (Änderungen) zu nehmen, betrachtet er nur ähnliche Polyëder.

Damit ist

$$E = f(k_1 p_1^2 + k_2 p_2^2 \ldots + k_n p_n^2)$$
$$V = g(p_1^3 + p_2^3 \ldots + p_n^3).$$

Sodann muß

$$dE = 2f(k_1 p_1 dp_1 \ldots + k_n p_n dp_n)$$

und

$$dV = 3g(p_1^2 dp_1 \ldots + p_n^2 dp_n)$$

gleichzeitig gleich Null gesetzt werden. Hieraus folgt aber nicht

$$p_1 : p_2 \ldots : p_n = k_1 : k_2 \ldots : k_n,$$

da doch die $dp_1, dp_2 \ldots dp_n$ nicht willkürlich sind, sondern den $p_1, p_2 \ldots p_n$ proportional, also

$$dp_1 = p_1 dn,\ dp_2 = p_2 dn \ldots dp_n = p_n dn.$$

Es folgt dann nur $dn = 0$, und es ergibt sich also der folgende Satz, der aber mit der eigentlichen Frage nicht das Geringste zu tun hat:

Wenn es ein Polyëder gibt, das bei gegebenem Volumen die Oberflächenenergie zu einem Minimum macht, dann ist es unter allen ihm ähnlichen das einzige seiner Art!

Trotzdem ist der Wulff'sche Satz durchaus richtig; er bedarf nur einer völlig anderen Begründung. Diese wird in den folgenden Zeilen gegeben, nicht nur wegen der Notwendigkeit, einen wirklichen Beweis zu liefern, sondern auch, weil der Satz die Berechnung der entstehenden Combination so überaus einfach zu erledigen erlaubt.

Beweis des Wulff'schen Satzes.

1. Wir präzisieren die Fragestellung noch einmal, indem wir alle dabei notwendigen Voraussetzungen und Forderungen scharf hervorheben:

Es soll ein convexes Polyëder gebildet werden, von dessen Flächen die Richtungen der äußeren Normalen vorgeschrieben sind. Gefordert wird dabei, daß die Summe

$$E = k_1 F_1 + k_2 F_2 \ldots + k_n F_n$$

bei gegebenem Volumen zu einem Minimum wird.

Bei der Beantwortung lassen wir zunächst eine wichtige Frage beiseite, die Frage nämlich, ob sich wirklich alle Flächen ausbilden können (vergl. Nr. 2).

Wir nehmen also von vornherein an, daß dies möglich ist, daß also ein convexes Polyëder der verlangten Eigenschaft existiert.

O sei der im Inneren gelegene Coordinatenanfangspunkt, $p_1, p_2 \dots p_n$ die auf die Seitenflächen gefällten Lote, $F_1, F_2 \dots F_n$ die Flächeninhalte.

Alsdann wird das Volumen:

$$V = \tfrac{1}{3}(p_1 F_1 + p_2 F_2 \dots + p_n F_n).$$

Ändert man die Lote, wobei die davon abhängigen F sich gleichzeitig ändern, so wird

$$\begin{aligned} 3\,dV = \quad & dp_1 F_1 + dp_2 F_2 \dots + dp_n F_n \\ & + p_1 dF_1 + p_2 dF_2 \dots + p_n dF_n. \end{aligned}$$

Die Volumenänderung kann aber auch noch in anderer Weise berechnet werden: Das Volumen nimmt doch zu um die Summe der Prismen, deren Grundflächen $F_1, F_2 \dots F_n$ und deren Höhen $dp_1, dp_2 \dots$ sind, d. h.

$$dV = F_1 dp_1 + F_2 dp_2 + \dots = \Sigma F dp.$$

Durch Vergleich folgt

$$3 \Sigma F dp = \Sigma F dp + \Sigma p\, dF$$

oder

$$dV = \Sigma F dp = \tfrac{1}{2} \Sigma p\, dF. \tag{1}$$

Ferner aber ist zu berücksichtigen, daß die Summe der Flächenprojectionen auf jede Ebene, z. B. auf jede der drei Coordinatenebenen, gleich Null sein muß. Sind $\alpha_1 \beta_1 \gamma_1,\ \alpha_2 \beta_2 \gamma_2 \dots$ die Winkel der äußeren Normalen gegen die Axen des rechtwinkeligen Systems, so müssen also die drei Projectionsgleichungen

$$\begin{aligned} F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2 \dots + F_n \cos\alpha_n &= \Sigma F \cos\alpha = 0 \\ F_1 \cos\beta_1 + F_2 \cos\beta_2 \dots + F_n \cos\beta_n &= \Sigma F \cos\beta = 0 \\ F_1 \cos\gamma_1 + F_2 \cos\gamma_2 \dots + F_n \cos\gamma_n &= \Sigma F \cos\gamma = 0 \end{aligned} \tag{2}$$

erfüllt sein.

Jetzt betrachten wir nicht mehr die Lote p als unabhängige Veränderliche, die F als abhängige — von der Berechtigung dieses Verfahrens wird in Nr. 3 die Rede sein — sondern umgekehrt, wir nehmen die F als unabhängige Veränderliche und die p als abhängig. Beliebig sind die F und ihre Veränderungen nicht, sondern durch die Projectionsgleichungen (2) eingeschränkt. Wendet man dementsprechend das Verfahren der Differentialrechnung zur Bestimmung eines Minimums mit Nebenbedingungen an, so wird man auf die Gleichung geführt

$$\lambda\, dE - 2\, dV + \lambda_1 (\Sigma dF \cos\alpha) + \lambda_2 (\Sigma dF \cos\beta) + \lambda_3 (\Sigma dF \cos\gamma) = 0.$$

Hierin müssen sich die Multiplikatoren λ, λ_1, λ_2, λ_3 so bestimmen lassen, daß die Faktoren aller dF einzeln für sich genommen zu Null werden, und daraus folgt das Gleichungssystem:

$$\lambda k_1 - p_1 + \lambda_1 \cos \alpha_1 + \lambda_2 \cos \beta_1 + \lambda_3 \cos \gamma_1 = 0$$
$$\lambda k_2 - p_2 + \lambda_2 \cos \alpha_2 + \lambda_2 \cos \beta_2 + \lambda_3 \cos \gamma_2 = 0$$

usw., oder auch

$$p_i = \lambda k_i + \lambda_1 \cos \alpha_i + \lambda_2 \cos \beta_i + \lambda_3 \cos \gamma_i$$
$$(i = 1, 2 \ldots n).$$

Es liegt aber die Fläche F_i in derjenigen Ebene, deren Gleichung lautet

$$x \cos \alpha_i + y \cos \beta_i + z \cos \gamma_i - p_i = 0,$$

und von dieser Ebene hat der Punkt mit den Coordinaten

$$x = \lambda_1, \; y = \lambda_2, \; z = \lambda_3$$

den Abstand

$$q_i = p_i - \lambda_1 \cos \alpha_i - \lambda_2 \cos \alpha_i - \lambda_3 \cos \gamma_i = \lambda k_i.$$

Es muß also in der Tat einen Punkt geben, dessen Abstände von den Seitenflächen sich wie die Capillaritätsconstanten k_i verhalten, und damit ist der Beweis des Wulff'schen Satzes erbracht.

2. Wir kommen jetzt auf die wichtige Frage zurück: Kann sich überhaupt ein Polyëder mit n Seitenflächen ausbilden, das convex ist? Wie hat man sich ferner damit abzufinden, wenn dies nicht der Fall ist?

Wir haben folgendes Verfahren anzuwenden. Von einem Punkt O aus tragen wir die kleinsten Lote in ihren vorgeschriebenen Richtungen auf und legen durch ihre Endpunkte die Ebenen senkrecht zu ihnen; die Lote sind noch so auszuwählen, daß die Ebenen einen Körper — mindestens ein Tetraëder — bilden. Dann fährt man fort. Ebenen, die von dem bereits construierten Körper ein Stück abschneiden, tragen zur Begrenzung mit bei. Liegen aber alle Ecken des schon construierten Polyëders auf derselben Seite der Ebene, wie der Punkt O, oder, was dasselbe ist, schneidet die Ebene nicht, so kommt sie als Begrenzung nicht mit in Betracht.

Durch Fortsetzung dieses Verfahrens gelangt man zu einem eindeutig bestimmten convexen Restkörper, dem die Minimumseigenschaft zukommt.

Beiläufig sei bemerkt, daß für den Fall, wenn alle k gleich sind, sicher ein Polyëder vorhanden ist mit n Begrenzungsebenen. Es ist einer Kugel umbeschrieben, weil jetzt alle Lote gleich werden, und löst die zuerst von Lindelöf, später von Minkowski erledigte Aufgabe: Die Gesamtfläche $F_1 + F_2 \ldots + F_n$ eines Polyëders möglichst klein zu machen bei gegebenem Volumen. Schon Steiner wußte die Lösung, konnte sie aber nicht streng beweisen.

3. Wie schon bemerkt worden ist, muß noch einiges hinzugefügt werden, um volle Gültigkeit zu erlangen.

Wir wissen ja bisher nur, daß, wenn das Problem überhaupt eine Lösung hat, dies der in Nr. 2 konstruierte convexe Restkörper oder convexe Kern sein muß.

Dürfen wir aber die Flächen F_1, $F_2 \ldots F_m$ — die Anzahl (m) ist mindestens vier, und die Nebenbedingungen lauten jetzt

$$(2^1) \qquad \begin{aligned} F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 \ldots + F_m \cos \alpha_m &= 0 \\ F_1 \cos \beta_1 + F_2 \cos \beta_2 \ldots + F_m \cos \beta_m &= 0 \\ F_1 \cos \gamma_1 + F_2 \cos \gamma_2 \ldots + F_m \cos \gamma_m &= 0, \end{aligned}$$

dürfen wir diese Größen F einführen an Stelle der p?

Wenn man in der Ebene bei einem convexen Polygon die Winkel und alle Seiten bis auf zwei vorschreibt, so kann das Polygon leicht construiert werden und ist eindeutig bestimmt. Dies zeigt eine sehr einfache Überlegung. Im Raum dagegen bestimmen die — bis auf drei — angenommenen Flächeninhalte und die äußeren Normalrichtungen noch nicht direkt die genaue Form, wenn die Flächen nicht zufällig lauter Dreiecke sind.

Vielmehr müßte dann aus einem System quadratischer Gleichungen, das angibt, wie die Lote p sich durch Flächen F ausdrücken, diese Flächengrößen als Veränderliche eingeführt werden.

Das haben wir aber in unserem Falle nicht nötig, denn wir haben ja bereits ein Polyëder, eben unseren convexen Kern, construiert. Von diesen Werten als Anfangswerten aus lassen wir die F sich ändern, natürlich immer unter Erhaltung der Projectionsbedingungen (2^1), und nun könnten wir uns auf Stetigkeitsbetrachtungen stützen und sagen: Den Kernkörper haben wir construiert, also werden die Gleichungen, welche die Lote zu den Flächeninhalten in Beziehung setzen und damit das Polyëder aus Flächeninhalten und Normalrichtungen bestimmen, auflösbar bleiben.

Dieser Schluß wäre nicht völlig streng, aber ein von Minkowski bewiesener Satz hebt jeden Einwand auf. Nach Minkowski[1]) ist nämlich ein convexes Polyëder durch die vorgeschriebenen Normalrichtungen und die gleichfalls vorgeschriebenen (positiven) Flächeninhalte eindeutig bestimmt, wobei wieder die Projectionsbedingungen erfüllt sein müssen.

Damit sind alle noch vorhandenen Bedenken beseitigt.

Behandlung eines Beispieles.

4. In jedem einzelnen Falle kann nunmehr der convexe Kern nach Nr. 2 leicht construiert werden. Die Abstände der Seitenflächen vom Anfangspunkt O sind ja bekannt, und man muß nur darauf achten, daß

1) H. Minkowski, Gesammelte Abhandlungen, II, Leipzig 1911, 113 u. 266.

die weiteren Ebenen wirklich schneiden, nachdem man aus den nächstgelegenen Ebenen ein Polyëder gebildet hat.

Wir behandeln die Combinationsform aus

Würfelflächen . . . . $\{100\}$ mit der Capillaritätsconstanten a,
Oktaëderflächen . . . $\{111\}$ » » » b,
Rhombendodekaëderflächen $\{110\}$ » » » c.

Die Würfelecken haben die Coordinaten

$$x = \pm a,\ y = \pm a,\ z = \pm a,$$

die Seitenflächen die Gleichungen

$$x = \pm a,$$

bzw.

$$y = \pm a,\ z = \pm a.$$

Die Oktaëderecken sind gegeben durch

$$x = 0,\ y = 0,\ z = \pm b\sqrt{3} \qquad \text{usw.;}$$

die Ebenen des Oktaëders haben die Gleichungen

$$x + y + z = \pm b\sqrt{3} \qquad \text{usw.}$$

Beim Dodekaëder haben wir sechs auf den Coordinatenaxen selbst gelegene Ecken

$$x = 0,\ y = 0,\ z = \pm c\sqrt{2} \qquad \text{usw.}$$

und acht weitere Ecken

$$x = \pm \frac{c}{\sqrt{2}},\ y = \pm \frac{c}{\sqrt{2}},\ z = \pm \frac{c}{\sqrt{2}}.$$

Von den zwölf Ebenengleichungen lautet eine:

$$x + y = c\sqrt{2},$$

und die anderen ergeben sich daraus leicht durch Vertauschung von Vorzeichen und Buchstaben (x, y, z).

5. Es soll jetzt der Fall $a \leqq b \leqq c$ vollständig behandelt werden.

Würfelflächen entstehen dann sicher. Damit der Würfel vom Oktaëder geschnitten wird, muß

$$a + a + a > b\sqrt{3}$$

sein, oder

$$a > \frac{b}{\sqrt{3}}.$$

Ist diese Bedingung erfüllt, so entsteht ein halbregulärer 14-Flächner, von dem wir die Coordinaten der Ecken leicht berechnen können.

Aus:

$$x = a$$
$$x + y + z = b\sqrt{3}$$
$$x + y - z = b\sqrt{3}$$

findet man sofort

$$x = a,\ y = b\sqrt{3} - a,\ z = 0.$$

Diese Ecke muß außerhalb des Rhombendodekaëders liegen, wenn auch die Flächen $\{110\}$ sich ausbilden sollen, also muß sein

$$x + y = b\sqrt{3} > c\sqrt{2}.$$

Für $a \leqq b \leqq c$ sind also

$$a > \frac{b}{\sqrt{3}}, \quad b > c\sqrt{\frac{2}{3}}$$

die Bedingungen für die Ausbildung des vollen $6 + 8 + 12 = 26$-Flächners.

Wäre dagegen

$$a < \frac{b}{\sqrt{3}},$$

so kämen Oktaëderflächen nicht mit in Betracht, nur der Schnitt von Würfel und Dodekaëder.

Dieser entsteht, wenn $\quad a + a > c\sqrt{2}$

oder

$$a > \frac{c}{\sqrt{2}}.$$

Hieraus ergibt sich für $a \leqq b \leqq c$ die Tabelle:

	Bedingungen:		Begrenzungsflächen:
1)	$a > \frac{b}{\sqrt{3}}, \quad b > c\sqrt{\frac{2}{3}}$	:	$\{100\}\ \{111\}\ \{110\}$
2)	$a > \frac{b}{\sqrt{3}}, \quad b < c\sqrt{\frac{2}{3}}$	:	$\{100\}\ \{111\}$
3)	$a < \frac{b}{\sqrt{3}}, \quad a > \frac{c}{\sqrt{2}}$	:	$\{100\}\ \{110\}$
4)	$a < \frac{b}{\sqrt{3}}, \quad a < \frac{c}{\sqrt{2}}$	:	$\{100\}$.

Unser Beispiel zeigt die Anwendung des so einfachen Wulff'schen Fundamentalsatzes auf die Krystallographie mit aller Deutlichkeit, und wir brauchen nicht die Minimumsaufgabe von Curie für den einzelnen Fall umständlich durch Flächen- und Volumberechnung zu lösen, wir haben das Gesetz des Aufbaues für den combinierten Krystall nach dem hiermit vollkommen bewiesenen Wulff'schen Satz entsprechend Nr. 2 anzuwenden.

X. Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.

1. E. v. Fedorow (in St. Petersburg): **Construction der Kanten nach ihren Indices in Complexen des hypohexagonalen Typus.**

Schon seit Miller ist die Construction der Kanten nach ihren Indices für die Complexe des kubischen Typus allgemein bekannt geworden, und seitdem waren die Indices der Kanten in Gebrauch gekommen, wobei die betreffenden Indices gewöhnlich in Paranthesen eingeschlossen werden.

Als krystallographische Axen fungieren dabei die Kanten [100], [010], [001]; das Symbol $[r_1\, r_2\, r_3]$ drückt eine Kante aus, welche die Diagonale des Parallelepipedons ist mit den respectiven Seiten r_1, r_2, r_3 (für diese Strecken dient für jede Axe eine besondere Axeneinheit).

Merkwürdigerweise aber wurde die analoge Frage für die hypohexagonalen Complexe nicht einmal aufgestellt.

Natürlich aber wird dieselbe ebenso einfach wie die vorige und dabei derselben ganz analog gelöst.

Wie von mir schon früher[1]) bewiesen wurde, kommen die Kanten in dem hexagonal-isotropen Complex auf solche Art zur Construction, daß sie dieselben Indices erhalten, wie die zu ihnen senkrechten Flächen, was eigentlich den Anforderungen der Syngonielehre unbedingt entspricht (da für diesen Complex das Syngonieellipsoid eine Sphäre ist).

Es wurde auch darauf hingewiesen, daß für die hypohexagonalen Complexe überhaupt als krystallographische Axen die folgenden dienen: 1) [1000], 2) [$021\bar{1}$], 3) [0121], 4) [$01\bar{1}2$]; jetzt ist dies jedem bekannt, der die Elemente der Krystallographie kennt, da die Darlegung dieser Verhältnisse in Elementarbüchern der Krystallographie Platz findet.

Nun aber ist die Frage ungelöst geblieben, wie die Kante $[r_0\, r_1\, r_2\, r_3]$ zur Construction kommt.

Ein geringes Eindringen in die Sache lehrt uns, daß zu dieser Construction nötig ist, auf jeder der krystallographischen Axen die betreffende Strecke als einen Vector anzunehmen und dann nach den gewöhnlichen Regeln den resultierenden Vector aufzusuchen (natürlich nicht außer Acht lassend, daß jeder Axe eine besonders bestimmte Axeneinheit zukommt). Die zum Summieren kommenden Vectoren sind also r_0 auf der Axe [1000], r_1 auf der Axe [$021\bar{1}$], r_2 auf der Axe [0121] und r_3 auf der Axe [$0\bar{1}12$].

1) Diese Zeitschr. **35**, 75ff.

Die Constructionsregel für diesen Fall ist also wesentlich dieselbe, welche auch für die Complexe des kubischen Typus gilt.

Nun ist klar, daß bei $r_0 = 0$ der resultierende Vector in die Fläche (1000) fällt, und umgekehrt bei $r_1 = r_2 = r_3 = 0$, der resultierende Vector die Axe [1000] ist.

Es ist ebenso klar, daß die zweite Axe der resultierende Vector $[021\bar{1}]$, die dritte Axe der Vector [0121] und die vierte Axe der Vector $[0\bar{1}12]$ ist.

Für die Complexe der hexagonalen Syngonie ist der Vector $[010\bar{1}]$ zur Fläche $(010\bar{1})$, der Vector [0110] zur Fläche (0110), der Vector [0011] zur Fläche (0011) und überhaupt der Vector $[0\, r_1\, r_2\, r_3]$ zur Fläche $(0\, r_1\, r_2\, r_3)$ senkrecht, ebenso wie der Vector [1000] zur Fläche (1000).

Aber die Vectoren überhaupt, wie erwähnt worden, sind zu Flächen von denselben Indices nur dann senkrecht, wenn der Complex isotrop ist, d. h. der Winkel $(1000):(1110) = 49^0 4'$, bzw. das Complexsymbol $49^0 4'$ ist.

2. E. v. Fedorow (in St. Petersburg): **Die projicierenden Kegel der stereographischen Projectionen.**

In der grammastereographischen Projection wird jede Ebene durch einen Großkreisbogen projiciert, d. h. durch einen Bogen, welcher durch zwei entgegengesetzte Punkte des Projectionskreises hindurchgeht. Dieser Kreis ist aber nur einer der beiden Kreisschnitte des Kegels, dessen Strahlen die projicierenden sind; die anderen Kreisschnitte sind der zu projicierenden Ebene parallel.

Es scheint, daß bis jetzt noch von keinem Krystallographen darauf hingewiesen wurde, daß diese Kegel nicht diejenigen der allgemeinen Art sind, sondern die besonderen, welche die Kegel von Pappus genannt werden, nach dem Namen des berühmten Geometers des 18. Jahrhunderts, welcher zuerst ihre besonderen Eigenschaften hervorhob[1]). Am einfachsten ist ein solcher Kegel dadurch zu construieren, daß man eine Ebene und eine zu ihr schiefe Gerade annimmt, durch die letztere sämtliche Ebenen hindurchzieht, und in diesen die Bisektrissen bestimmt, welche die Strahlen dieses Kegels sind.

In einem solchen Kegel gibt es also zwei besondere Axen, die von den durch sie hindurchgehenden Ebenen in je zwei normale Strahlen geschnitten werden, und diese Axen sind zu den Kreisschnittebenen senkrecht. Dies wird jedem Krystallographen augenscheinlich, wenn man als Constructionsebene die zu projicierende Ebene (welche aber durch das Centrum des Kegels gezogen gedacht wird) und für die besondere Axe die Normale zur Projectionsebene annimmt. Daß solche Axen in der Anzahl zwei vorhanden sind, ist aus Symmetriegründen ersichtlich; dazu kommt noch, daß dieselben zu den Kreisschnittebenen senkrecht sind.

Jedem Kegel ist aber ein polarer Kegel zugeordnet. Zwischen ihnen besteht folgende bekannte allgemeine Relation: den Kreisschnittebenen des einen sind die Focalaxen[2]) des anderen zugeordnet (natürlich auch umgekehrt).

---

1) Unter den Handbüchern, welche dessen erwähnen, vergl. Reye, Geometrie der Lage, I, 260, wo diese Kegel mit anderen besonderen Kegeln in eine Reihe gestellt sind, u. a. auch mit den Kegeln von Hachette, von welchen weiter die Rede sein wird.

2) Bekanntlich versteht man darunter solche Axen, daß jedes Paar der durch dieselben hindurchgehenden conjugierten Ebenen einander senkrecht sind.

Die zu den Kegeln von Pappus polaren Kegel heißen die Kegel von Hachette. Die besonderen Axen des ersteren sind also die Focalaxen des letzteren.

Nimmt man das Kegelcentrum als das Centrum der Sphäre, so bildet der sphärische Kegelschnitt eine Kurve II. Ordnung auf der Sphäre (und die ihr polare Kurve ist eine Kurve II. Klasse auf der Sphäre) oder nach der neueren Nomenklatur eine Konoprime der Punkte (und die polare Kurve die Konoprime der Strahlen; diese Strahlen umhüllen aber wieder eine Konoprime der Punkte).

Die Axe der Konoprime von Pappus, in welcher die erwähnten besonderen Axen durch zwei besondere Punkte vertreten sind (ebenso wie die Focalaxen der Kegel durch Brennpunkte vertreten sind), ist aber die kleinere Axe der Konoprime; dieselbe ist aber zugleich die größere Axe (die Hauptaxe) der polaren Konoprime von Hachette, und die besonderen Punkte der ersten Konoprime sind zugleich die Brennpunkte der zweiten; die sphärische Größe der gemeinschaftlichen Axe beider Konoprimen ist $\pi/2$.

Daraus folgt aber, daß, um wieviel die Hauptaxe der Konoprime von Pappus größer ist als $\pi/2$, um ebensoviel die kleinere Axe der Konoprime von Hachette kleiner ist als $\pi/2$. Für die gemeinschaftliche Halbaxe haben wir also die Größe $\pi/4$. Bezeichnen wir die gemeinschaftliche Differenz der beiden Halbaxen durch x, den halben Winkel zwischen den besonderen Axenpolen der Konoprime von Pappus (zugleich den halben Winkel zwischen den Brennpunkten der Konoprime von Hachette) durch α und den halben Winkel zwischen den Brennpunkten der Konoprime von Pappus durch β, so finden wir

$$\cos \pi/4 = \cos \alpha \cdot \cos (\pi/4 - x). \tag{A}$$

Da α als der halbe Winkel zwischen den Normalen zu den Kreisschnitten des Kegels von Pappus (zugleich der halbe Winkel zwischen der zu projicierenden Ebene und der Projectionsebene) gegeben ist, so ist daraus leicht der Winkel x zu berechnen.

Nun haben wir noch

$$\cos (\pi/4 + x) = \cos \pi/4 \cdot \cos \beta, \tag{B}$$

woraus auch der Winkel β berechnet werden kann. Aus den Gleichheiten (A) und (B) folgt aber direkt die Gleichheit

$$\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{\cos (\pi/4 + x)}{\cos (\pi/4 - x)}, \tag{C}$$

nach welcher ebenfalls die Berechnung stattfinden kann[1]).

Wie groß aber die Analogien zwischen den Kegeln sind, so sind doch die beiden von wesentlich verschiedener Art.

---

[1]) Aus denselben Gleichheiten ist leicht noch die Gleichheit

$$\cos^2 \pi/4 = \frac{\cos^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha \cos^2 \beta} \text{ und } \cos^2 \beta = \frac{1}{\cos^2 \pi/4} - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \tag{D}$$

abzuleiten und damit β direkt zu berechnen, wenn α gegeben ist. Daraus ersieht man, daß bei $\alpha = \pi/4$ ist, $\beta = \pi/2$. Die Lösung entspricht den speciellen Varietäten des Kegels von Pappus in der Form von zwei senkrechten Ebenen und dem polaren Kegel von Hachette in der Form von ebenem Kreissector mit senkrechten Radien.

Die Focalaxe des Kegels von Pappus ist nicht nur keine gemeinschaftliche Axe der Ebenen, welche die Kegel von Hachette in normalen Strahlenpaaren schneiden, sondern überhaupt ist für letzteren Kegel keine solche Axe vorhanden; dies ist schon daraus augenscheinlich, daß der betreffende Axenpol sich auf der kleineren Axe der Konoprime befindet, und daß also sogar der maximale Schnittwinkel geringer ist als $\pi/2$.

Die Ebenen aber, welche in bezug auf die Kegel von Pappus polar sind zu den besonderen Axen derselben, sind wirklich die besonderen Ebenen der zugeordneten Kegel von Hachette. Bezeichnen wir die beiden besonderen Axen durch A_1 und A_2, so ist die zu A_1 polare Ebene zugleich zu A_2 senkrecht. Ziehen wir durch irgend welchen Strahl dieser Ebene die beiden Tangentialebenen zum Kegel von Hachette, so werden den beiden zwei Strahlen des Kegels von Pappus zugeordnet, welche in der durch die besondere Axe A_2 hindurchgehenden Ebene liegen. Da die beiden letzteren Strahlen einen rechten Winkel bilden, so gilt dasselbe auch für die beiden Tangentialebenen.

In den Kegeln von Hachette sind also zwei besondere Ebenen vorhanden, aus deren sämtlichen Strahlen die an die Kegel gezogenen Paare von Tangentenebenen untereinander rechte Winkel bilden.

In praktischer Hinsicht in bezug auf die Constructionen in stereographischer Projection sind aber nur die Kegel von Pappus von Interesse.

3. W. T. Schaller (in Washington): **Über »feste Lösungen« in Turmalin.**

In meinem Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe (diese Zeitschrift **51**, 335) habe ich gesagt: »Einer solchen festen Lösung kommt also beim Turmalin keine Bedeutung zu.« Ferner als Zusammenfassung Nr. 3 (diese Zeitschr. **51**, 342): »Der Begriff der festen Lösung spielt beim Turmalin keine Rolle.«

Da ich nicht genügend erklärt habe, was ich mit dem Begriffe »feste Lösung« meinte, hat sehr natürlich ein Mißverständnis stattgefunden, und ich möchte mich hier genauer darüber aussprechen. Als ich den Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe schrieb, war meine Meinung über »feste Lösung« nicht die allgemeine, sondern der beschränktere Begriff einer Mischung von zwei oder mehr Substanzen, die nicht isomorph sind und welche sogar keine Analogie, entweder im krystallographischen oder im chemischen Sinne, zeigten, z. B. Fensterglas, Calciummetasilikat und Kieselsäure (SiO_2) usw. In dieser Meinung spielt »feste Lösung« in Turmalin keine Rolle.

Dagegen aber ist die oben angegebene Bedeutung einer »festen Lösung« nicht allein keine gute, sondern eigentlich eine falsche. »Feste Lösung« ist einfach eine Lösung von Substanzen in festem Zustande. Isomorphe Mischungen sind nur ein specieller Fall von festen Lösungen. In diesem genaueren Sinne spielt natürlich der Begriff der »festen Lösung« eine sehr große und wichtige Rolle beim Turmaline, und meine frühere Mitteilung hierüber ist deshalb zu verändern und zu berichtigen.

4. V. Dürrfeld (in Straßburg i. E.): **Über einige bemerkenswerte Mineralvorkommen des Kinzigtales (Schwarzwald).**

1. Fluorit vom Artenberg bei Steinach.

In dem Steinbruch am Artenberg bei Steinach erscheint auf Klüften des Gneißes häufig Kalkspat in grobspätigen Massen, sowie in gut ausgebildeten, skalenoëdrischen Krystallen von der Combination $\{5.3.\bar{8}.2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, wozu manchmal noch ein flacheres Skalenoëder mit schmalen Flächen hinzutritt; das letztere dürfte vielleicht $\{21\bar{3}4\}$ oder $\{31\bar{4}5\}$ sein; wegen der geringen Breite seiner Flächen ist eine genauere Bestimmung unmöglich.

Auf dem Kalkspat finden sich oft dunkelviolblaue oder grüne Oktaëder von Flußspat, die bis zu 3 cm Kantenlänge erreichen.

Die dunkelviolblauen Krystalle setzen sich aus kleinen Würfeln zusammen, die treppenförmig übereinander geschichtet sind, eine Erscheinung, die auch bei anderen Flußspatvorkommen bekannt ist. Im Innern sind diese Krystalle meist hellgrün gefärbt, die Farbe geht nach außen allmählich über ein helles Violett ins tief dunkelviolblaue.

Die hellgrünen Krystalle sind in der Regel einheitlich gefärbt; zuweilen sind ihre Kanten violett. Auch sie sind aus kleinen Subindividuen aufgebaut, die das Rhombendodekaëder mit dem Würfel herrschend zeigen; das Oktaëder ist selten und dann nur klein entwickelt. Die an den Ecken des Oktaëders sitzenden Krystalle sind am größten, und die Größe der Subindividuen nimmt nach der Mitte der Kanten wie nach der Mitte der Flächen hin ab. Die Eckkrystalle besitzen meist noch zwei Achtundvierzigflächner, nämlich $v\{731\}$ und $W\{931\}$; die letztere Form wurde bis jetzt nur einmal, und zwar am Fluorit des Epprechtstein beabachtet[1]. Die Messungen ergaben folgende Werte:

	Gemessen:	Berechnet:
$(317):(001) =$	$24^0 18\frac{1}{4}'$	$24^0 18\frac{2}{3}'$
$(317):(3\bar{1}7)$	15 1	14 $57\frac{2}{3}$
$(317):(319)$	5 6	4 58

2. Prehnit von Haslach.

Der Prehnit erscheint in Drusen eines Amphibolits, der südlich von Haslach am Urenkopf mehrfach im Renchgneiße auftritt. Der in dieser Zeitschrift (1912, **50**, 589) von mir beschriebene Prehnit vom Hechtsberg bei Steinach stammt gleichfalls von diesem Fundort; bei den ersten Stufen, die das Institut erhielt, war der Fundort nicht genau angegeben[2]. Die tafelförmigen Krystalle treten zu keilförmigen, kugeligen nierenförmigen Gruppen zusammen; die Farbe ist grün, hellgelb und bräunlichgelb; auch schön krystallisierter farbloser Prehnit kommt zuweilen vor. Die nierenförmigen Gruppen sehen oft wie zerhackt aus, indem ursprünglich eingeschlossene Schwerspattafeln später ausgelöst wurden.

3. Pektolith von Haslach.

Mit dem Prehnit zusammen kommt Pektolith vor, dünne Nadeln von radialfaseriger Textur; die Farbe ist schneeweiß bis hellgrünlichweiß. Die quantitative Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

---

1) Diese Zeitsch. 1903, **37**, 433.

2) Für die genaue Fundortsangabe, sowie für freundliche Hilfe beim Sammeln des Materiales bin ich Herrn Hauptlehrer Lenz in Bollenbach bei Haslach dankbar.

SiO_2	= 52,71 %
Al_2O_3	2,52
CaO	33,95
Na_2O	9,53
K_2O	0,18
H_2O	1,92
	100,81 %

Neuerdings wurde mit Prehnit zusammen auch noch Datolith und Apophyllit in schönen Krystallen beobachtet.

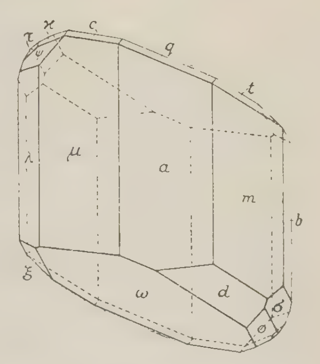
4. Hügelit, ein neues wasserhaltiges Blei-Zink-Vanadinat von Reichenbach bei Lahr.

Das von mir in dieser Zeitschrift (1912, **51**, 279) beschriebene Vanadinat, das nach seiner Krystallform und seinen sonstigen Eigenschaften als ein noch nicht bekanntes Mineral anzusprechen ist, habe ich mit dem Namen Hügelit belegt, zu Ehren meines Freundes, des Herrn Geheimen Regierungsrats Freiherrn v. Hügel, der bei regem Interesse und Wohlwollen für die mineralogische Wissenschaft mir mancherlei Förderung zu teil hat werden lassen.

5. Otto Haas (in Straßburg i. E.): **Neue Flächen an künstlichen Krystallen von Kupfervitriol.** Mit 1 Textfigur.

Das mineralogische Institut der hiesigen Universität erhielt neuerdings von Herrn C. Goldbach in Zell a. H. mehrere Krystalle von Kupfervitriol ($CuSO_4 . 5 H_2O$), die sich durch eine sehr schöne regelmäßige Ausbildung und das Auftreten zweier neuer Formen auszeichnen.

Sie sind 4—6 cm lang und breit und $1\frac{1}{2}$ cm dick. Wird die Naumann-Groth'sche Aufstellung[1]) und das von Barker angegebene Axenverhältnis $a:b:c = 0,5721:1:0,5554$ zugrunde gelegt, so zeigen die nach $\{100\}$ dicktafeligen Krystalle folgende Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $\omega\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $^*d\{20\bar{1}\}$, $^*o\{11\bar{1}\}$, $\sigma\{12\bar{1}\}$, $\xi\{1\bar{2}\bar{1}\}$, $\psi\{1\bar{3}1\}$, $\tau\{0\bar{2}1\}$. Unter diesen herrschen die vier ersten stark vor und bestimmen den Krystallhabitus. Daneben sind bei einigen Krystallen auch noch das Prisma $\lambda\{1\bar{2}0\}$ und das Brachypinakoid $b\{010\}$ deutlich und ziemlich groß entwickelt. Am größten (5 cm breiten, 6 cm hohen, 1,5 cm dicken) Krystalle treten an der linken oberen Ecke außerdem noch $c\{001\}$ und $\varkappa\{0\bar{1}1\}$ und rechts oben $q\{011\}$ und $t\{021\}$ in Form von kleinen Facetten auf.



Die beiden mit einem * versehenen Formen d und o sind für den Kupfervitriol neu. Sie zeigen ebene Flächen und geben ziemlich gute Reflexe.

Jede der neuen Formen ist durch zwei Zonen bestimmt. Sie gehören nämlich beide der Zone $\tau\psi\mu[0\bar{2}1, 1\bar{3}1, 1\bar{1}0]$ an; $d\{20\bar{1}\}$ sodann noch der Zone $\omega m[1\bar{1}\bar{1}, 110]$ und $o\{11\bar{1}\}$ der Zone $\omega\sigma[1\bar{1}\bar{1}, 12\bar{1}]$.

1) Groth, Chem. Kryst. II, 1908, 419.

Außer durch den Zonenverband wurden die neuen Flächen noch durch folgende Messungen festgelegt:

	Gemessen:	Berechnet:
$d(20\bar{1}):\omega(1\bar{1}\bar{1})$	36° 28′	36° 16′
$m(110)$	36 0	35 46
$\mu(1\bar{1}0)$	44 52	44 48
$o(11\bar{1})$	30 48	30 48
$o(11\bar{1}):\sigma(12\bar{1})$	14° 10′	14° 30′
$\omega(1\bar{1}\bar{1})$	47 56	48 9
$\tau'\{02\bar{1})$	40 32	40 41

XI. Auszüge.

---

1. R. Görgey (in Wien): **Zur Kenntnis der Minerale der Salzlagerstätten** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, 29, 192—210; 1 Tabelle).

Der Verf. gibt auf Grund der vorhandenen älteren Daten und seiner eigenen Untersuchungen eine ausführliche (namentlich optische) Charakteristik der wichtigeren Mineralien der Salzlagerstätten. Bezüglich der einzelnen Bestimmungen muß auf das Original verwiesen werden, hier möge nur die tabellarische Übersicht (mit Berücksichtigung einiger Correcturen) reproduciert werden. (Siehe Tabellen S. 186).

Ref.: A. Himmelbauer.

2. C. Hlawatsch (in Wien): **Über Prehnit von Guanajuato (Mexiko)** (Ebenda, 249—255; mit 2 Textfiguren).

Eine Stufe eines anscheinend quarzitischen Gesteines von der Veta madre, Guanajuato, zeigte einen Drusenraum mit Amethyst, auf dem braune Büschel eines unbestimmbaren Minerales, dann achtseitige Täfelchen von Prehnit und als jüngstes Mineral lichtgelbe Calcitrhomboëder aufsaßen.

Der Prehnit zeigte (mit dem Goldschmidt'schen Goniometer gemessen) die Flächen (001), (110), (031), (100), (302), ferner ein zu (001) vicinales Doma, ungefähr (1.0.16, Buchstabe γ), ferner von Makrodomen noch ein gekrümmtes, das etwa (203) (Buchstabe k) und ein schärfer entwickeltes, das (103) (Buchstabe i) entsprach. Die Flächen waren übrigens alle (mit Ausnahme von i) matt und gaben nur schlechte Reflexe. Im Sinne von Goldschmidt diskutiert der Verf. die am Prehnit vorhandenen Flächenreihen.

Der Calcit war fast nur von dem Rhomboëder $L(08\bar{8}7) = (55\bar{3})$ begrenzt; ganz untergeordnet traten noch $(10\bar{1}1)$, $(21\bar{3}1)$ und $(01\bar{1}1)$ auf.

Der Autor berichtet ferner noch kurz über ein Vorkommen von Cölestin von Hacienda del Salto, St. Hidalgo (Mexiko), ferner über eine Beobachtung an einer Stufe von gediegenem Arsen: beim Formatisieren dieser Arsenstufe wurde ein Hohlraum geöffnet, es trat eine Flüssigkeit aus, die rasch verdunstete und einen Rückstand von Natriumchlorid hinterließ.

Ref.: A. Himmelbauer.

3. C. Doelter (in Wien): **Über die Radioaktivität des Zirkons** (Ebenda, 258—259).

Reine Zirkone wurden meist nicht als radioactiv befunden, sondern nur mit Thoriummineralen verunreinigte. Dagegen war auch der reine grüne Zirkon

Isotrope Minerale:

Name	Kryst. Syst.	Chemische Zusammensetzung	Dichte	Härte	n_{Na}
Steinsalz	tesseral	$NaCl$	2,173	2,5	1,544
Sylvin	»	KCl	1,987	2,2	1,490
Langbeinit	»	$2\,MgSO_4 . K_2SO$	2,825	4,2	1,535

Optisch einaxige Minerale:

Name	Krystallsystem	Chem. Zusammensetzung	Dichte	Härte	Opt. Char.	ω_{Na}	ε_{Na}	$\frac{2\omega+\varepsilon}{3}$	Doppelbrechg.
Glaserit	trigonal	$(KNa)_2SO_4$	2,697	2,7	+	1,491	1,499	1,494	0,008
Löweit	»	$2\,MgSO_4 . 2\,Na_2SO_4 . 5\,H_2O$	2,374	3,6	—	1,490	1,471	1,483	0,019

Optisch zweiaxige Minerale:

Name	Krystallsystem	Chem. Zusammensetzung	Dichte	Härte	Opt. Char.	Optische Orientierung	α_{Na}	β_{Na}	γ_{Na}	$\frac{\alpha+\beta+\gamma}{2}$	$\gamma-\alpha_{Na}$	Disp. d. opt. Axen
Bischofit	monoklin	$MgCl_2 . 6\,H_2O$	1,591	1,5	+	$b=\alpha;\ c:\beta = 9\frac{1}{2}^0\ (<\beta)$	1,495	1,507	1,528	1,510	0,033	$\varrho > v$
Carnallit	rhombisch	$MgCl_2 . KCl . 6\,H_2O$	1,602	2,7	+	$b=\beta;\ a=\gamma$	1,466	1,475	1,494	1,479	0,028	$\varrho < v$
Kaïnit	monoklin	$MgSO_4 . KCl . 3\,H_2O$	2,132	3	—	$b=\beta;\ c:\alpha = 8^0\ (<\beta)$	1,495	1,506	1,520	1,507	0,025	$\varrho > v$
Anhydrit	rhombisch	$CaSO_4$	2,96	3,8	+	$b=\beta;\ a=\gamma$	1,569	1,575	1,613	1,586	0,044	$\varrho < v$
Thenardit	»	Na_2SO_4	2,673	2,7	+	$c=\beta;\ b=\gamma$	1,471	1,477	1,484	1,478	0,013	$\varrho < v$
Glauberit	monoklin	$CaSO_4 . Na_2SO_4$	2,85	3,2	—	$b=\gamma;\ c:\alpha = 30\frac{1}{2}^0\ (<\beta)$	1,515	1,532	1,536	1,525	0,021	$\varrho > v$
Vanthoffit	monokl. (?)	$3\,Na_2SO_4 . MgSO_4$	2,694	3,6	—	?	1,485	1,488	1,489	1,487	0,004	$\varrho < v$
Gyps	»	$CaSO_4 . 2\,H_2O$	2,32	2	+	$b=\beta;\ c:\gamma = 75^0 15'\ (<\beta)$	1,520	1,323	1,530	1,524	0,010	$\varrho > v$
Kieserit	»	$MgSO_4 . H_2O$	2,573	3,8	+	$b=\beta;\ c:\gamma = 76\frac{1}{2}^0\ (<\beta)$	1,523	1,535	1,586	1,548	0,063	$\varrho > v$
Epsomit	rhombisch	$MgSO_4 . 7\,H_2O$	1,677	2,5	—	$c=\beta;\ b=\alpha$	1,433	1,455	1,461	1,450	0,028	$\varrho < v$
Glaubersalz	monoklin	$NaSO_4 . 10\,H_2O$	1,462	1,8	—	$b=\gamma;\ c:\alpha = 12\frac{1}{2}^0$	1,396	1,410	1,419	1,409	0,023	$\varrho < v$
Syngenit	»	$CaSO_4 . K_2SO_4 . H_2O$	2,603	2,8	—	$b=\beta;\ c:\alpha = 87^0 14'\ (>\beta)$	1,500	1,517	1,518	1,512	0,018	$\varrho < v$
Blödit	»	$MgSO_4 . Na_2SO_4 . 4\,H_2O$	2,232	3,2	—	$b=\beta;\ c:\alpha = 44^0\ (>\beta)$	1,486	1,488	1,489	1,488	0,003	$\varrho < v$
Leonit	»	$MgSO_4 . K_2SO_4 . 4\,H_2O$	2,201	2,7	—	$b=\beta;\ c:\gamma = 5^0\ (>\beta)$	1,483	1,487	1,490	1,487	0,007	$\varrho < v$
Pikromerit	»	$MgSO_4 . K_2SO_4 . 6\,H_2O$	2,034	2,6	+	$b=\beta;\ c:\gamma = 103\frac{1}{2}^0\ (>\beta)$	1,461	1,463	1,476	1,466	0,015	$\varrho > v$
Polyhalit	triklin	$2\,CaSO_4 . MgSO_4 . K_2SO_4 . 2\,H_2O$	2,775	3,6	—	?	1,548	1,562	1,567	1,559	0,019	$\varrho < v$

von Ceylon, der sich durch seine Dichte von den anderen Zirkonen unterscheidet, merklich radioactiv.

Ref.: A. Himmelbauer.

4. F. Berwerth (in Wien): **Über Melilith vom Berge Podhorn bei Marienbad** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., 1910, 29, 259—260).

Rotbraune, meist matte Krystalle fanden sich in Hohlräumen von nephelinreichen Schlieren des Basaltes vom Podhorn. Als Krystallformen wurden beobachtet (100), (001), (110), (310), (101), (111). Als Begleitminerale treten noch auf: Nephelin, Augit, Apatit, Magnetit.

Ref.: A. Himmelbauer.

5. R. Grund (in Příbram): **Künstlicher Bleiglanz von Příbram** (Ebenda, 261).

Von den Röstöfen der Hütte bei Příbram werden parallelstengelige Aggregate von Bleiglanz beschrieben.

Ref.: A. Himmelbauer.

6. A. Scheit (in Tetschen-Liebwerd): **Über eine Pseudomorphose von Opal nach Apophyllit** (Ebenda, 263—265; mit 1 Textfigur).

In Hohldrusen des Hauyntephrites vom Weschener Berg bei Teplitz wurden Pseudomorphosen von weißem Opal ($n = 1,447$) nach tafeligem Apophyllit mit (001), (100) und kleineren (111) beobachtet. Reste des letzteren Minerales waren stellenweise in der Pseudomorphose noch erhalten. Die Kieselsäure des Apophyllites blieb also bei dieser Pseudomorphose zurück, Ca krystallisierte sich als $CaCO_3$ außerhalb des Minerales aus, da K in Form des K_2CO_3 gelöst fortging.

Ref.: A. Himmelbauer.

7. J. Fromme (in Egeln): **Der Gadolinit des Radautales** (Ebenda, 265 bis 267; mit 3 Textfiguren).

Vom »Köhlerloche« stammt eine Druse im Granit, die neben Orthoklas, Plagioklas, Quarz noch einen Orthit- und mehrere Gadolinitkrystalle erkennen ließ. Von letzteren zeigt der flächenreichere die Combination c(001), n(110), a(100), w(012), q(011), p(111) und h(321), deren Position allerdings nur mit dem Anlegegoniometer bestimmt wurde.

Ref.: A. Himmelbauer.

8. E. Dittler (in Wien): **Über die Darstellung kalihaltiger basischer Plagioklase** (Ebenda, 273—333; mit 1 Tafel und 2 Textfiguren).

Nach einer genaueren Literaturübersicht beschreibt der Autor zunächst seine Versuchsanordnungen: Die Substanzen wurden im Fourquignonofen oder im elektrischen Kohleofen rasch geschmolzen und dann in der Nähe des Schmelzpunktes längere Zeit (bis 48 Stunden) belassen, bis die Masse krystallisierte. Die Schmelzpunkte der erhaltenen künstlichen Minerale wurden mit der optischen Methode nach Doelter gemessen, ferner an isolierten Präparaten Dichte (nach der Schwebemethode) und Brechungsquotienten (nach der Immersionsmethode) bestimmt; endlich wurden an Dünnschliffen noch optische Messungen gemacht.

Es wurden folgende Mischungen hergestellt:

A. Anorthit-Albit.	B. Anorthit-Orthoklas.
1. Anorthit	1. 90,02 *An* 9,98 *Or*
2. $An_{95} Ab_5$	2. 80,05 *An* 19,95 *Or*
3. $An_{90} Ab_{10}$	3. 70,09 *An* 29,91 *Or*
4. $An_{87,5} Ab_{12,5}$	4. 60,12 *An* 39,89 *Or* } + 5 % WO_3
5. $An_{85} Ab_{15}$	5. 50,05 *An* 49,95 *Or* } + 5 % WO_3
6. $An_{80} Ab_{20}$	
7. $An_{75} Ab_{25}$	
8. $An_{65} Ab_{35}$	

C. Bytownit-Orthoklas.	D. Labrador-Orthoklas.
1. 71,5 *An* 23,8 *Ab* 4,7 *Or*	1. 58,6 *An* 31,5 *Ab* 9,9 *Or*
2. 67,6 *An* 21,6 *Ab* 9,8 *Or*	2. 52,2 *An* 28,0 *Ab* 19,8 *Or*
3. 63,9 *An* 21,3 *Ab* 14,8 *Or*	3. 45,8 *An* 24,5 *Ab* 29,7 *Or*
4. 60,0 *An* 20,1 *Ab* 19,9 *Or*	4. 39,4 *An* 21,0 *Ab* 39,6 *Or* + 5 % WO_3
5. 52,2 *An* 17,7 *Ab* 30,1 *Or*	

A. Reihe Anorthit-Albit.

Neben den Krystallen fand sich immer als Mesostasis Glas. Die Plagioklase waren nach dem Karlsbader- und Albitgesetz verzwillingt (in größeren auch Periklinlamellen), frei von Zonarstructur.

Es wurde in dieser Reihe folgendes festgestellt:

Die Schmelzpunkte der Mischungsglieder ordnen sich nach dem Typus I von Bakhuis Roozeboom an. Dichten, Brechungsquotienten und die optische Orientierung stimmen mit den berechneten Werten ziemlich gut. Bezüglich der einzelnen Daten muß auf das Original verwiesen werden, ebenso bezüglich zweier Versuche, die Krystallisationsgeschwindigkeit von Plagioklasen bei der Ausscheidung aus dem Schmelzpunkte zu messen.

B. Reihen Plagioklas-Orthoklas.

Allgemein ergab sich in diesen Mischungsreihen eine mit steigendem Natriumgehalte zunehmende Mischbarkeit von Anorthit und Orthoklas und zwar betrug die Aufnahmefähigkeit für Orthoklas beim Anorthit nur wenige Prozente, bei den albitreicheren Plagioklasen etwa 10—15 %.

Die Anwesenheit der Kalifeldspatsubstanz begünstigte ferner die zonare Ausbildung der Krystalle; doch kamen die Randzonen nicht bei allen Produkten gleichmäßig zur Ausbildung, sondern waren am schmalsten in der Reihe B (Anorthit-Orthoklas), am breitesten in der Reihe D (Labrador-Orthoklas). Die Zonen gingen ganz allmählich in den Kern über.

Die Nichtübereinstimmung der Schmelzpunkte und der Brechungsquotienten in den Randzonen mit den aus dem Anorthitgehalte berechneten Werten, die Änderung der optischen Orientierung, endlich der (mikrochemische) Nachweis von Kalium in den Krystallen führten den Verf. zu dem Schlusse, daß die Zonen aus einer Mischung von Orthoklas und Plagioklas zusammengesetzt seien.

Endlich konnte gezeigt werden, daß Anorthite bei sehr wenig Orthoklaszusatz Zonarstructur aufwiesen, obwohl gar keine Albitsubstanz da war.

Ref.: A. Himmelbauer.

9. **E. Sommerfeldt** (in Aachen): **Über die Structur enantiomorpher Krystalle** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, **29**, 353—356).

Der Autor macht darauf aufmerksam, daß man auf Grund der Untersuchungen von A. Copaux (Bull. soc. min. franç. 33, 162—173) am Kaliumsilikotungstat und -molybdat sowie am Natriumchlorat schließen müsse, es sei bei diesen Substanzen das rechte und linke Punktsystem tatsächlich ein verschiedenes, denn nur so könne man die Unterschiede in den Lösungseigenschaften (Lösungsgeschwindigkeit) bei der rechten und linken Modifikation erklären.

Ref.: A. Himmelbauer.

10. V. Gegenbauer (in Wien): **Chemische Untersuchung des Meerwassers aus dem Hafen von Lussinpiccolo und aus der Bucht von Cipale** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, 29, 357—360).

Eine Analyse des Wassers aus dem Hafen von Lussinpiccolo (L) und der Bucht von Cipale (C) ergab (nach der Than'schen Darstellung):

	L	C
K	1,890	1,898
Na	77,238	77,560
$\frac{1}{2}\,Ca$	3,464	3,420
$\frac{1}{2}\,Mg$	17,408	17,122
	100,000	100,000
Cl	90,211	90,586
Br	0,159	0,163
$\frac{1}{2}\,SO_4$	9,419	9,245
HCO_3	0,211	0,006
	100,000	100,000

Ref.: A. Himmelbauer.

11. J. Gattnar (in Wien): **Asphalt in Magneteisenerz** (Ebenda 370).

In einem Drusenraume von Magnetit aus Grengesberg (Schweden) wurde schwarzer Asphalt beobachtet.

Ref.: A. Himmelbauer.

12. A. Himmelbauer (in Wien): **Künstlicher Bleiglanz von Miß (Kärnten)** (Ebenda 370).

Der Autor beschreibt künstlichen Bleiglanz aus der Bleihütte von Miß. Der Bleiglanz bildet dünne Stengel, deren Enden skelettförmige Würfel tragen.

Autorreferat.

13. A. v. Loehr (in Wien): **Opal von Siwas (Kleinasien)** (Ebenda, 370 bis 371 und 450).

Opal in verschiedenen, meist roten Farbennuancen findet sich in einem stark zersetzten Trachyte bei dem Dorfe Karamandjik im Simavtale (Vilajet Brussa). In den Hohlräumen wurde reichlich Tridymit nachgewiesen. Das Gestein selbst soll pro Tonne 5 g Platin enthalten.

Ref.: A. Himmelbauer.

14. E. Burkart (in Brünn): **Blaues Steinsalz** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., 1910, 29, 371).

Der Autor berichtet über ein Vorkommen von aufgewachsenen, klaren Steinsalzkrystallen aus Kalusz.

Ref.: A. Himmelbauer.

15. J. E. Hibsch (in Tetschen-Liebwerd): **Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges Blatt VI (Wernstadt-Zinkenstein)** (Ebenda, 381—438, mit 2 Tafeln und 4 Textfiguren).

Folgende Mineralvorkommen werden aus dem Gebiete des Kartenblattes Wernstadt-Zinkenstein angeführt:

Analcim, Aragonit, Bol, Chabasit, Feuerstein, Hornblende, Natrolith, Opal, Phillipsit, Thomsonit.

Ref.: A. Himmelbauer.

16. O. Großpietsch (in Wien): **Ein Instrument zur Herstellung orientierter Krystallschliffe** (Ebenda, 439—444; mit 3 Textfiguren).

Der Autor beschreibt ein einfaches Instrument zur Herstellung orientierter Krystallschliffe. Dasselbe besteht aus einer Metallplatte mit drei Schraubenfüßen (deren Distanz die gleiche ist, wie die der drei Füße des Fueß'schen Parallelschleifers) und dem Krystallträger; es wird zunächst an Stelle der Zentrier- und Justiervorrichtung auf das Fueß'sche Theodolitgoniometer (System Czapsky) aufgesetzt; der Krystall ist an einem Bleidraht befestigt, die Positionen einiger seiner Flächen werden bestimmt. Dann berechnet man (am leichtesten mit Hilfe des Wulff'schen Netzes) die Winkel φ und ϱ der gewünschten Schnittfläche, stellt Vertical- und Horizontalkreis auf die Werte ein, legt auf die Schrauben eine planparallele Glasplatte und dreht jene so lange, bis der Reflex der Platte im Fadenkreuzmittelpunkte des Goniometerfernrohres ist. Nun wird der Apparat vom Goniometer abgenommen, mit den Schrauben auf die drei Füße des Parallelschleifers aufgesetzt und mit dessen Stempel wird der Krystall durch Wood'sche Masse verbunden, worauf wie gewöhnlich geschliffen wird. Die Genauigkeit kann bis auf 1—2 Minuten getrieben werden.

Ref.: A. Himmelbauer.

17. F. Becke (in Wien): **Ausbildung der Zwillinge trikliner Feldspate** (Ebenda, 445—449).

Der Verf. untersucht den Einfluß der Zwillingsbildung auf die Tracht trikliner Feldspate mit Hilfe der von ihm und seinen Schülern ausgearbeiteten Methode des Vergleiches der relativen Centraldistanzen.

Einfache Albitkrystalle von Schneeberg im Passeyer ergaben folgende Centraldistanzen:

Fläche:	*x*	*M*	*P*	*l*	*T*
Z.-D.	0,45	0,90	1,10	1,59	1,60

Einfache Albitzwillinge von Zöptau:

M	*x*	*o*	*P*	*z*	*l*
0,59	0,72	0,84	1,00	1,17	1,60

Albitzwilling von Morro Velho:

M	*x*	*o*	*z*	*P*	*l*
0,52	0,67	0,82	1,02	1,34	1,54

Da die gemeinsamen Richtungen beim Albitzwilling alle in *M* liegenden Zonen, vor allem die Richtungen [*Mx*], [*MP*], [*MTl*] sind, sollten *x*, *P*, ferner auch *T*, *l* gefördert sein; das stimmt auch im wesentlichen, ebenso die Verkleinerung der Z.-D. von *M*.

Ein Periklinzwilling von Pfitsch zeigte folgende Z.-D.:

P	*x*	*l*	*T*	*o*	*z*	*M*
0,56	0,73	0,98	0,98	1,24	1,26	1,43

Charakteristisch ist das Verhalten der *M*-Fläche, deren Normale mit der gemeinsamen Kantenrichtung fast zusammenfällt. Eigentümlich ist ferner, daß an diesen Zwillingen immer nur der einspringende Winkel der *M*-Flächen zu sehen ist (an Albitzwillingen ebenfalls meist nur der einspringende Winkel der *P*-Flächen).

An einem Karlsbader Albitzwilling wurden folgende Z.-D. abgeleitet:

	M	*f*	*z*	*T*	*l*	*o*	*P*	*x*
Äußere Individuen	0,37	0,76	0,88	1,13	1,36	1,26	1,27	1,29
Innere »	—	—	0,67	1,03	1,22	—	1,30	1,31

Deutlich ist die Vergrößerung der Z.-D. von *x* und *o*, ferner besonders auffallend die Verkleinerung bei *M*, wo beide Zwillingsgesetze im selben Sinne wirken.

Endlich wurde auch noch ein Periklin-Manebacher-Zwilling angeführt, bei dem namentlich die Z.-D.-Verkleinerung von *P* auffällt:

	P	*l*	*T*	*M*
Äußere Individuen	0,32	—	1,37	1,54
Innere »	—	1,24	—	1,52

Ref.: A. Himmelbauer.

18. F. Becke (in Wien): **Minerale aus Japan** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, **29**, 449).

Es werden folgende Mineralvorkommen angeführt:

Pyrit von Niwasaka, Distrikt Date-gori, Provinz Iwashiso; von der Atakani-Mine, Distrikt Kita-Kambara-gōri, Provinz Echigo. Ein Teil der letzteren ist verzerrt, in der Richtung einer dreizähligen Axe gestreckt und von den 12 Pentagondodekaëderflächen sind nur jene 6 ausgebildet, die mit der Streckungsaxe den kleineren Winkel einschließen. Dadurch wird die Symmetrie der trigonal-rhomboëdrischen Klasse vorgetäuscht.

Granat von Yamanō, Provinz Hitachi.

Topas von Naëgi, Provinz Mino.

Orthoklas, teils einfache Krystalle, teils Karlsbader- und Bavenoer-Zwillinge von Tanokamiyama, Distrikt Kunta-gori, Provinz Omi.

Ref.: A. Himmelbauer.

19. V. Goldschmidt und **R. Schroeder** (in Heidelberg): **Über Korund** (Ebenda, 461—488; mit 3 Tafeln).

Anschließend an die Arbeit von Nies und Goldschmidt (Ausz. diese Zeitschr. **49**, 410) geben die Verff. ihre Messungsresultate an Saphiren von Ceylon

und Rubinen von Birma an und versuchen auf Grund der vorhandenen Daten allgemeinere Gesetzmäßigkeiten abzuleiten.

An den Korunden fanden sich folgende Formen:

Buchstabe	*o*	*a*	*b*	*e*	*m*	*n*	*w*	*k*
Symbol G_2	0	$\infty 0$	∞	3∞	$\frac{3}{2}0$	20	30	$\frac{7}{2}0$
Bravais	0001	$10\bar{1}0$	$11\bar{2}0$	$31\bar{4}0$	$30\bar{3}2$	$20\bar{2}1$	$30\bar{3}1$	$70\bar{7}2$
	v	*x*	*z*	λ	ϑ	ν	ω	*rr.*
	40	50	60	70	80	120	140	± 1
	$40\bar{4}1$	$50\bar{5}1$	$60\bar{6}1$	$70\bar{7}1$	$80\bar{8}1$	$12.0.\bar{1}\bar{2}.1$	$14.0.\bar{1}\bar{4}.1$	$11\bar{2}1$
	t	*s*	$\alpha\alpha$	β	*pp*		τ	ξ
	$+\frac{3}{2}$	-2	$\pm\frac{5}{2}$	$-\frac{7}{2}$	± 5		$+21$	$+\frac{5}{2}1$
	$33\bar{6}2$	$\bar{2}\bar{2}41$	$5.5.\bar{1}\bar{0}.2$	$\bar{7}.\bar{7}.14.2$	$5.5.\bar{1}\bar{0}.1$		$21\bar{3}1$	$52\bar{7}2$
	B	ψ	*h*	ζ	*D*			
	$+91$	$+\frac{5}{3}\frac{1}{3}$	$+\frac{8}{5}\frac{4}{5}$	$\pm\frac{10}{3}\frac{5}{3}$	$+\frac{4}{3}\frac{8}{9}$			
	$9.1.\bar{1}\bar{0}.1$	$51\bar{6}3$	$8.4.\bar{1}\bar{2}.5$	$10.5.\bar{1}\bar{5}.3$	$12.8.\bar{2}\bar{0}.9$			

Neu für Korund sind: *e m t* α ξ *B* ψ *h* ζ *D*.

Am Saphir fanden sich: *o a b m n w k v x z* λ ϑ ν ω *rr t s* $\alpha\alpha$ β τ *B* ψ *h* ζ *D*.

Am Rubin wurden beobachtet: *o a e b n v* ϑ *r pp* ξ.

Nach der von Goldschmidt angegebenen Methode werden in den Hauptzonen durch Abspalten die Hauptknotenpunkte ermittelt; es sind dies die Flächen *o a r n*. Aus den Zwillingsgesetzen ergeben sich als wichtigste Flächen *o* und *r*, aus Gleit-, Spalt- und Absonderungsflächen *o r a*, aus den Ätzfiguren *o n r a*, aus der relativen Häufigkeit der Flächen *o r n a* und endlich aus der relativen Größe der Flächen (die größten Flächen sind die wichtigsten) *o a r n*. Es zeigt sich demnach, daß alle diese Methoden immer auf dieselben Hauptflächen führen, *o* ist immer die stärkste Form, der Rang der übrigen wechselt bei den einzelnen Methoden.

Ref.: A. Himmelbauer.

20. F. E. Wright (in Washington): **Ein neues petrographisches Mikroskop** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, 29, 488—497; mit 5 Textfiguren).

Speciell zur Untersuchung feinkörniger, künstlicher Silikatpräparate wurde ein eigenes Mikroskop gebaut, das folgende von den gewöhnlichen Typen abweichende Eigenschaften hat:

1. Gleichzeitige Drehung beider Nikols unter Verbindung beider durch einen festen Stab.

2. Der obere Nikol bleibt im Tubus, der Polarisator wird ein- und ausgeschaltet (Nachteil bei der Beobachtung des Pleochroismus, Anm. d. Ref.).

3. Die Platte mit empfindlicher Farbe wird unter dem Condensor drehbar eingeschaltet.

4. Ein drehbarer Tisch mit neuer mechanischer Construction.

5. Verschiebbare Bertrand'sche Linse, unmittelbar darunter die Irisblende, darüber eine zweite Linse, die zusammen mit dem Ocular eine scharfe Einstellung des Objektbildes in die Ebene der Irisblende ermöglicht.

6. Eine zweite Irisblende unter dem Ocular bei direkter Beobachtung des Interferenzbildes nach Lasaulx.

7. Breiter Abbe-Condensor mit Ahrens-Polarisator ersetzt die ausschaltbare Oberlinse.

Ref.: A. Himmelbauer.

21. L. Dupare und H. C. Holtz (in Genf): **Notiz über die chemische Zusammensetzung einiger Platinerze aus dem Ural** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, 29, 498—504).

Die Platinproben folgender Lagerstätten wurden von den Verff. analysiert:

I. Lager von Nijni Taguil. Primäre Lagerstätte ein Dunit, aus dem das Erz durch kleine Bächlein (log = Einsenkung, in der der Bach fließt) in die Flüsse gebracht wird.

	1. Wissymfluß:	2. Sissymfluß:	3. Tschauchfluß:
Osmiridium	0,71	1,02	0,56
Platin	78,75	79,56	78,63
Palladium	0,15	0,22	0,20
Kupfer	0,56	0,59	1,66
(*Rh*, *Ru*, *Ir*)	3,96	3,40	2,79
Eisen	15,67	14,04	15,57

1. Sandgehalt 0,76%. Goldführend. (Gold und Sand wurden
2. » 0,35 vor der Analyse entfernt).
3. » 1,27

	4. Kroutoï-log:	5. Arkhipowsky-log:	6. Solowiewsky-log:	6. bis Bielogorsky-log:
Osmiridium	1,35	0,57	1,45	2,12
Platin	75,37	76,39	78,99	77,48
(*Rh*, *Ru*, *Ir*, *Pd*, *Cu*)	8,04	6,14	5,31	6,35
Eisen	14,58	16,60	14,77	14,71

4. schwarzes, grobkörniges Platin, mit 15,97% Sand in der Probe }
5. » Platin, Sandgehalt 1,25 } kein
6. » » » 2,86 } Gold
6. Sandgehalt 4,17%

II. Lager am Flusse Iss. Erze aus Dunit.

	7. Travenisty-log:	8. Log Nr. 6:	9. Malaïa-Prostokischenka:
Osmiridium	4,41	5,41	0,47
Platin	83,19	80,44	80,28
Palladium			0,23
Kupfer	3,00 (Palladium, Kupfer, Ru, Rh, Ir)	4,20 (Palladium, Kupfer, Ru, Rh, Ir)	2,23
(*Ru*, *Rh*, *Ir*)			1,30
Eisen	8,70	9,60	14,69

7. Weißplatin, Sandgehalt 2,30%
8. » » 3,70
9. Schwarzplatin » 2,38

III. Lager vom Koswinsky. 2 Platincentren, primäre Lagerstätte Dunit.

	10. Tilaï:	11. Kitlim:
Osmiridium	4,35	0,76
Platin	78,54	83,54
Palladium		0,23
Kupfer	4,48 (Palladium, Kupfer, Ru, Rh, Ir)	0,15
(*Ru*, *Rh*, *Ir*)		3,63
Eisen	13,07	11,51

10. Schwarzplatin, Sandgehalt 2,42 %. Goldführend.
11. 0,50 % Sand.

IV. Lager vom Tilaï-Kanjakowsky (Jow-Fluß). Aus Dunit.

	12. Jow:
Osmiridium	20,07
Platin	64,65
(*Pd*, *Cu*, *Rh*, *Ru*, *Ir*)	3,58
Eisen	11,47

12. Schwarzplatin, Sandgehalt 2,11 %.

V. Lager von der Gussewa. Primäre Lagerstätte besteht aus Pyroxenit.

	13. Gussewa-Fluß:
Osmiridium	0,33
Platin	88,98
Palladium	0,90
Kupfer	0,08
(*Rh*, *Ru*, *Ir*)	3,51
Eisen	7,03

13. enthält 0,05 % Sand.

VI. Lager von Barantcha. Primäre Lagerstätte Pyroxenit.

	14. Schumikha:
Osmiridium	0,28
Platin	85,05
Palladium	0,80
Kupfer	0,03
(*Rh*, *Ru*, *Ir*)	2,98
Eisen	10,88

14. Sandgehalt 1,25 %.

Allgemein ergibt sich, daß die Zusammensetzung des aus dem Dunit entstammenden Platins, auch wo es sich um eine eng begrenzte Dunit-Region handelt, sehr schwankt, hauptsächlich im Gehalt an Osmiridium, Eisen und den Nebenmetallen.

Nimmt man die Mittel von mehreren, demselben primären Dunitlager entstammenden Erzproben und vergleicht diese Durchschnittswerte miteinander, so scheint jeder Lagerstätte eine bestimmte Platinsorte zu entsprechen. Dagegen scheinen die aus Pyroxeniten stammenden Erze, soweit sich aus den wenigen Analysen schließen läßt, mehr gleichartig zu sein (hoher Gehalt an Platin und Palladium, Armut an Osmiridium).

Ref.: A. Himmelbauer.

22. E. Dittler (in Wien): **Über die Wärmeabsorption in Silikatschmelzen** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, **29**, 506—517, mit 7 Textfiguren).

Die thermische Methode, Bestimmung der mit der Änderung des Aggregatzustandes verbundenen Wärmeaufnahme und -Abgabe wurde namentlich von den Amerikanern Day und Allen zur Ermittelung der Schmelzpunkte von Feldspaten benutzt; dabei erhielten diese Forscher Werte, die um 100° bis 200° höher lagen als die von Doelter mittelst der optischen Methode gefundenen.

Der Verf. zeigt nun, daß bei manchen Silikaten die erstere Methode wenig oder gar nicht brauchbar ist. Silikate, wie die Feldspate, machen vor dem eigentlichen Flüssigwerden einen Erweichungszustand durch, während die physikalischen Eigenschaften sich ganz allmählich ändern; es findet Überhitzung statt. Ferner dürfen nicht große Krystallbruchstücke zum Versuche verwendet werden, weil dann infolge der hohen specifischen Wärme und der geringen Wärmeleitfähigkeit zu hohe Werte für den Schmelzpunkt gefunden werden. Die Versuche des Autors wurden so angestellt, daß die Schmelzproben in einem Ofen langsam erhitzt und von Zeit zu Zeit optisch untersucht wurden. Ofentemperatur und Temperatur der Schmelze wurden durch je ein Thermoelement bestimmt.

Diopsid von Zermatt zeigte bei 1290° (Masse bereits flüssig) eine auffallende Richtungsänderung in der Schmelzkurve. Beim Abkühlen einer künstlichen Diopsidschmelze wurde von 1290° bis 1250° eine exotherme Wärmestörung in der Schmelze constatiert.

Adular vom St. Gotthard (mehlfeines Pulver!) bis 1200° erhitzt war geschmolzen, ohne daß eine Wärmetönung wahrgenommen werden konnte. Bei Oligoklasalbit von Wilmington war letztere sehr undeutlich (bei 1260°). Labrador und Anorthit (künstlich) als mehlfeines Pulver 8—10 Stunden auf 1300° bzw. 1400° erhitzt waren geschmolzen, wiederum ohne daß eine Wärmereaktion nachgewiesen werden konnte. Beim gleichmäßigen Erhitzen bis 1500° wurde (am deutlichsten bei 1450°) eine endotherme Wärmereaktion beobachtet, also beträchtlich über dem Umwandlungspunkte dieser Feldspate in Glas. Beim Abkühlen der Schmelzen erfolgte beim Labrador bei 1240°, beim Anorthit bei 1310° (ca. 50°, bzw. 60° unter dem Schmelzpunkte) eine merkbare Temperaturverzögerung in den Schmelzen.

Bei sehr viskosen Silikaten ist daher die rein thermische Methode von Day und Genossen zur Bestimmung der Schmelzpunkte unbrauchbar.

Ref.: A. Himmelbauer.

23. R. Görgey (in Wien): **Minerale tertiärer Kalisalzlagerstätten** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, **29**, 517—519).

Von Kałusz (Ostgalizien) werden folgende Salzmineralien angeführt: Steinsalz (z. T. blau), Anhydrit, Gyps, Sylvin (meist rot), Kaïnit, Carnallit, Kieserit, Syngenit, Blödit, Glaserit, Pikromerit, Epsomit.

In Stebnik (Ostgalizien) finden sich neben Steinsalz Polyhalit, Anhydrit und Gyps, ferner Sylvin, Carnallit, Kaïnit, selten Langbeinit, Pikromerit und Blödit.

Wittelsheim bei Mühlhausen im Elsaß hat neben Steinsalz und Sylvin noch Carnallit, ferner Anhydrit. (Die Angabe von Kieserit wurde später vom Autor als irrig zurückgezogen. Anm. d. Ref.).

Ref.: A. Himmelbauer.

24. H. Tertsch (in Wien): **Ermittelung der Hauptdoppelbrechung aus einem Axenschnitt** (Ebenda, 520—522).

Der Autor verwendet Schnitte, die eine Axe in der Nähe des Gesichtsfeldes austreten lassen und eine kleine, bereits meßbare Doppelbrechung $(\gamma_{,}-\alpha_{,})$ haben. Er setzt dann in der Biot'schen Formel $\gamma_{,}$ und $\alpha_{,}$ gleich β und erhält

$$(\gamma_{,}-\alpha_{,})\cdot\frac{2}{\beta^3}=\frac{(\gamma-\alpha)\,(\gamma+\alpha)}{\alpha^2\gamma^2}\sin\varphi\,\sin\varphi'. \tag{1}$$

Ist der in der Axenplatte gemessene Gangunterschied $\Gamma = l\,k = d\,(\gamma_{,}-\alpha_{,})$, so ist

$$\frac{(\gamma-\alpha)(\gamma+\alpha)\cdot\beta^3}{2\alpha^2\gamma^2}=\frac{(\gamma_{\prime}-\alpha_{\prime})}{\sin\varphi\sin\varphi'}=\frac{l\,k}{d\sin\varphi\sin\varphi'}=r, \qquad (2)$$

also direkt meßbar. Führt man den gemessenen Axenwinkel $2V$ ein, so ist

$$\sin^2 V=\left(\frac{1}{\alpha^2}-\frac{1}{\beta^2}\right):\left(\frac{1}{\alpha^2}-\frac{1}{\gamma^2}\right);$$

$$(\gamma+\alpha)=\frac{(\beta^2-\alpha^2)\cdot\gamma^2}{(\gamma-\alpha)\cdot\beta^2\sin^2 V} \qquad (3)$$

Aus (2) erhält man dann

$$r=\frac{(\beta^2-\alpha^2)\cdot\beta}{2\alpha^2\cdot\sin^2 V} \quad \text{und} \quad \alpha=\pm\frac{\beta\sqrt{\beta}}{\sqrt{2r\sin^2 V+\beta}}$$

$$\gamma=\pm\frac{\beta\sqrt{\beta}}{\sqrt{-2r\cos^2 V+\beta}}.$$

In beiden Fällen ist das positive Vorzeichen zu nehmen. $\gamma-\alpha$ ergibt sich dann unmittelbar.

Der Autor gibt nun Vorschriften für die praktische Durchführung der Messung.

Ref.: A. Himmelbauer.

25. A. v. Loehr (in Wien): **Über die synthetischen Saphire** (Tschermak's min. u. petr. Mitt., Wien 1910, **29**, 522—523).

Der Autor bespricht die ältere Methode von Paris und die neuere von Verneuil zur Darstellung des Saphires. (Verwendung von TiO_2 und Fe_3O_4 zur Färbung).

Ref.: A. Himmelbauer.

26. A. Himmelbauer (in Wien): **Anmerkung zu der Notiz von A. v. Loehr über die synthetischen Saphire** (Ebenda, 523).

Tropfen der von Paris dargestellten sogenannten Saphire zeigen ebenfalls Spuren von Krystallisation und zwar ergeben sich bei der Messung auf dem zweikreisigen Goniometer 4 Reflexe mit $\varrho = 54^0\,8'$, $\varphi = 90^0$, also annähernd dem Oktaëder entsprechend. Die Substanz ist demnach tesseral, wohl ein Spinell.

Autorreferat.

27. A. Rzehak (Brünn): **Baryt im Brünner Granitgebiet** (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst., Wien 1910, **5**, 130).

In einem aplitischen Granit treten feine Adern und Gänge von dunkelviolettem Fluorit auf, der mit Quarz, häufiger aber noch mit dichtem, krystallinen, gelblich bis rötlich gefärbten Baryt vergesellschaftet ist. Oft erscheint der Fluorit an den Salbändern dieser Gangbildungen angereichert.

Ref.: R. Görgey.

28. M. Kišpatič (in Agram): **Der Sand von der Insel Sansego bei Lussin** (Ebenda, **13**, 294).

Die kleine Insel Sansego unmittelbar westlich von Lussin sticht in ihrem geologischen Charakter völlig von dem karstigen Bilde der benachbarten Gegenden ab, indem sich daselbst auf einer Unterlage von Rudistenkalk bis 90 m hohe

Sandablagerungen vorfinden. Das Sandmaterial, das aus Körnern und Blättern von der Größe 0,05—0,25 mm besteht, setzt sich aus folgenden Mineralien zusammen: Quarz (häufigster Bestandteil), Calcit und Dolomit (reichlich), verschiedene Plagioklase, Mikroklin, Muskovit (sehr verbreitet), Phlogopit, Biotit, Amphibolminerale, Granat (häufig), Chlorit, Epidot, Klinozoisit, Zoisit, Disthen, Staurolith (sehr selten), Turmalin (häufig), Titanit, Korund (?), Brookit (ganz vereinzelt), Rutil (häufig), Zirkon (häufig), Apatit (selten), Limonit (reichlich). Die Übereinstimmung dieser Mineralgesellschaft mit den in den Kalksteinen und Dolomiten der Karstgebiete auftretenden Gemengteilen, die F. Tučan untersucht hat, führen den Verf. zu der neuen genetischen Deutung der Sandbildungen, daß,

1. der Sand der Insel Sansego mit allen seinen Bestandteilen aus den Kalken und Dolomiten des Karstes stammt, und daß

2. unterirdische Flüsse des Karstes nach Auflösung des Kalkkarbonates die eingeschlossenen Mineralien, meist Quarz und Silikate, bei der untermeerischen Mündung nicht nur bei Sansego, sondern auch an vielen anderen Stellen als Sand hervorbringen und anhäufen.

Als weiterer Beweis dieser Ansicht wird angeführt, daß Sande, welche unterirdische Süßwasserquellen, die an verschiedenen Stellen in der Umgebung von Buccari ins Meer münden, daselbst aufspeichern, mit denen von Sansego übereinstimmen.

Auch die terra rossa, welche neben Tonerdemineralen hauptsächlich dieselben Bestandteile zeigt, wie die erwähnten Sande, werden als Residuen aus den Karstkalksteinen gedeutet, wie es Kišpatič und Tučan auch neuerdings ausführlich dargetan haben.

Bei Sansego müßte, da die Kalkgesteine der Karste ca. 0,5 % säureunlösliche Bestandteile enthalten, etwa die hundertfache Menge Kalkstein aufgelöst worden sein.

[Merkwürdig wäre allerdings, daß die Lösungen, die so enorme Kalkmassen zerstörten und fortführten, die genannten winzigen Bestandteile, wenn sie auch größtenteils sehr schwer zersetzbar sind, in so mächtigen Sedimentationen fast unverändert hinterließen (Anm. d. Ref.).]

Ref.: R. Görgey.

29. F. Katzer (Sarajevo): **Die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Herzegowina** (Berg- und Hüttenmännisches Jahrb. d. k. k. mont. Hochsch. zu Leoben u. Přibram 1909, 57, 173 und 1910, 58, 202, 289).

Der Verf. hat die zahlreichen und bedeutenden Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Herzegowina zusammengestellt und ihre geologische Lagerung, sowie die oft in beträchtlichen Mengen auftretenden Begleitminerale kurz besprochen. Die Angaben über Erze sind durch technische Analysen näher erläutert.

Von den Eisenerzen stehen Brauneisensteine (in der Tiefe meist Siderit) an erster Stelle, dann Spat-, Rot- und Magneteisensteine. Vielfach sind auch die eisenreichen Schlacken der altbosnischen Eisenöfen gut verwertbar. Die Gesamtmenge der aufgeschlossenen Eisenmengen wird auf 22,3 Millionen Tonnen veranschlagt, die der unaufgeschlossenen auf 30—40 Millionen Tonnen.

Von Eisenmineralen wurden constatiert: Limonit (oft glaskopfartig), Siderit, Pelosiderit (ton- und eisensilikathaltiger Siderit), Hämatit, Magnetit, Hydrohämatit, Turjit, Goethit (meist als Samtblende), Poechit (manganreiches Schwarzerz, pechsteinähnlich), Stilpnosiderit. Von begleitenden Erzmineralen sind speziell Kupfer-

und Bleiverbindungen vorhanden: gediegen Kupfer, Kupferkies, Fahlerz, Malachit; Bleiglanz (mitunter erheblich silberhaltig), Anglesit, Cerussit, Boulangerit. Andere Begleitminerale sind: Pyrit (oft goldhaltig), Arsenkies, Zinkblende, Zinnober, Proustit, Psilomelan, Pyrolusit, Rodochrosit, endlich Quarz, Baryt, Chalcedon, Calcit, Ankerit, Dolomit, Aragonit.

Ref.: R. Görgey.

30. E. Wedekind (in Straßburg i. E.): **Über natürliche Zirkonerde** (Ber. d. Deutschen chem. Ges. 1910, **43**, 290—297).

Die Untersuchung erstreckt sich auf brasilianische Zirkonerde. Davon lagen drei Varietäten vor: schwarze, nierenförmige Stücke von glaskopfähnlichem Aussehen (I); derbes, graues bis braunrotes Material (II) in Bruchstücken, mit eingesprengten Zirkonkrystallen, und mehr oder weniger rund geschliffene Geröllsteine (III).

Analysen von Proben ergaben:

	I	II	II
ZrO_2	93,43—94,15	88,19—88,40	74,48
TiO_2	0,98— 1,59	3,1	1,35
Fe_2O_3	3,22— 4,00	4,07	10,26
SiO_2 (frei)	0,43	2,26— 2,50	14,08
Silikat	1,98	3,38	

Die Hauptsubstanz ist also Zirkonoxyd; das übrige darf wohl ausschließlich als mechanische Beimengung gelten.

Ref.: B. Goßner.

31. O. Hauser (in Berlin): **Über die Erden des Plumboniobites** (Ebenda 417—418).

Cer und Lanthan können überhaupt nicht sicher nachgewiesen werden. Etwas reichlicher, aber ebenfalls gering ist der Gehalt an Dysprosium, Neo-Erbium und Holmium. Dagegen sind Gadolinium und Samarium neben Yttrium die Hauptbestandteile. An der Zusammensetzung des Plumboniobites ist also in erster Linie das Fehlen der Ceriterden hervorzuheben. In der früher (Ausz. diese Zeitschr. **51**, 385) mitgeteilten Formel des Minerales ist jetzt

$$\overset{III}{R} = Gd, Sm, Y; Al.$$

Ref.: B. Goßner.

32. C. N. Riiber und **V. M. Goldschmidt** (in Kristiania): **Über den Unterschied von Storaxzimmtsäure und synthetischer Zimmtsäure** (Ebenda 454).

Die gemessenen Krystalle, aus Äther erhalten, gehören der sogen. Storaxzimmtsäure (α-Modifikation) an.

Monoklin. $a:b:c = 0,8627:1:0,3188$; $\beta = 96^0 49\frac{1}{2}'$.

Schöne Krystalle der Combination $b\{010\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$, $\sigma\{20\bar{1}\}$; selten und schmal findet sich $k\{021\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$b:m = (010):(110) =$	—	$*49^0 25'$
$b:q = (010):(011)$	—	$*72\ 41\frac{1}{2}$
$q:m = (011):(110)$	—	$*73\ 45\frac{1}{2}$

	Berechnet:	Beobachtet:
$q:\sigma = (011):(\bar{2}01)$	41° 30′	41° 29′
$b:k = (010):(021)$	58 4½	57 ca.
$\sigma:m = (20\bar{1}):(110)$	66 37	66 41

Die synthetische Zimmtsäure dagegen konnte nur schwer in brauchbaren Krystallen erhalten werden; auch im Habitus wichen sie durch äußerst dünne Tafelform nach $b\{010\}$ von den Krystallen der Storaxform ab. Doch scheint sonst krystallographische Identität zu bestehen. Es wird darum gefolgert, daß der Unterschied zwischen Storaxzimmtsäure und synthetischer Zimmtsäure nur durch eine geringe Verunreinigung mit einer fremden Substanz bedingt sei. In der Erlenmeyer'schen α- und β-Zimmtsäure liegt ein typischer Fall von Dimorphie vor.

Ref.: B. Goßner.

33. H. Siedentopf (in Jena): **Über die Umwandlung des Phosphors im Kardioid-Ultramikroskop** (Ber. d. Deutschen chem. Ges. 1910, 43, 692—694).

In der Quarzkammer des Kardioid-Ultramikroskopes läßt sich die Umwandlung des gelben Phosphors mikroskopisch verfolgen. Die Ursache der Umwandlung ist das Licht, und zwar vorwiegend das sichtbare Spectrum. Die beginnende Umwandlung macht sich in dem vorher dunklen Sehfelde durch das Auftreten weißer, submikroskopischer Pünktchen geltend; mit dem Kobaltglas erkennt man dann, daß sich die weißen Teilchen in rote umwandeln. Die farbige Umwandlung des Phosphors erfolgt also erst nach Bildung einer kolloidalen Phase.

Ref.: B. Goßner.

34. E. Erdmann (in Halle): **Über Helium-haltige Gase der deutschen Kalilager** (Ebenda 777—782).

Die Gase, welche in einem Stollen von Schacht VI des anhaltischen Salzwerkes Leopoldshall dem Carnallit entströmen, enthalten 83,6 Vol.-% Wasserstoff, 4,4 % Methan und einen Rest von 12,0 %. In diesem Rest konnten die Edelgase Helium und Neon nachgewiesen werden. Ihr Anteil am Gesamtvolumen beträgt mindestens 0,17 %; im Verlaufe der letzten 4½ Jahre sind mindestens 12 cbm Helium und Neon ausgeströmt.

Eine Erklärung für die Entstehung der Edelgase ergibt die Annahme, daß aus dem Zechsteinmeer sich mit dem Carnallit auch Radium ausgeschieden habe. Von der zersetzenden Wirkung der Radiumstrahlen stammt auch der Wasserstoff; eine weitere Folge ist die Bildung des blauen Steinsalzes. Die Prechtsche Annahme, daß Eisenchlorür aus dem Krystallwasser des Carnallites den Wasserstoff freigemacht habe, konnte durch Versuche nicht erhärtet werden.

Ref.: B. Goßner.

35. O. Hauser und **F. Wirth** (in Charlottenburg): **Zur Frage der sogen. Euxenerde** (Ebenda 1807—1812).

Zirkonerde aus verschiedenen Mineralien (Zirkon — Miass und Nordkarolina, Wöhlerit — Lövö, Uhligit — Njarasa, Eudialyt — Kola, Katapleït — Langesund, Mosandrit — Barkevik, Zirkonerde — Sao Paulo) erwies sich als vollkommen einheitlich. Für die Existenz einer begleitenden Euxenerde fehlt jede Andeutung.

Ref.: B. Goßner.

36. Sabot (in Genf): **Krystallform von Trinitro-p-anisidin $C_7H_6O_7N_4$** (Ber. d. Deutschen chem. Ges. 1910, 43, 1850—1851).

Schmelzpunkt 127—128°.

Rhombisch. $a:b:c = 0,7383:1:0,8120$.

Dargestellt von F. Reverdin. Rotbraune Krystalle mit grünlichem Reflex aus Aceton; Prismen der Combination $m\{110\}$, $o\{111\}$; untergeordnet $a\{100\}$, $b\{010\}$ und sehr schmal $x\{10.10.7\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$ =	72°53′	72°53′
$o:o = (111):(11\bar{1})$	—	*75 22
$o:o = (111):(\bar{1}11)$	—	*80 59
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	57 17½	57 18
$o:x = (111):(10.10.7)$	9 4	9 11

Ref.: B. Goßner.

37. J. Bodnár (in Klausenburg): **Krystallform des 1.2.5-Trimethoxy-4-Brombenzols $C_9H_{11}O_3Br$** (Ebenda 2680).

Schmelzpunkt 54,5°.

Monoklin. $a:b = 0,9751:1$; $\beta = 129°4'$.

Dargestellt von R. Fabinyi und T. Székí. Kurze grünlichbraune Prismen der Combination $m\{110\}$, $n\{120\}$ und $c\{001\}$ aus Benzol.

	Beobachtet:
$n:n = (120):(\bar{1}20)$ =	62°32′
$n:m = (120):(110)$	19 41

Wie der Winkel $\beta' = 50°56'$ ermittelt wurde, findet sich nicht angegeben.

Ref.: B. Goßner.

38. A. E. Fersmann (in Moskau): **Krystallform des Platosemipyridinaminchlorosulfites $Cl(C_5H_5N)NH_3.Pl.SO_3H$** (Ebenda 2773).

Monoklin. $a:b:c = 0,966:1:0,712$; $\beta = 91°43'$.

Schöne gelbe Krystalle aus wässeriger Lösung zeigen die Formen $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$, $\xi\{22\bar{1}\}$ und kleiner $k\{021\}$.

Spaltbarkeit nach $a\{100\}$ vollkommen. Ebene der optischen Axen senkrecht zu $b\{100\}$.

Ref.: B. Goßner.

39. P. Jannasch (in Heidelberg): **Über die Wirkung der Tetrachlorkohlenstoffdämpfe auf Mineralien und deren Benutzung zu ihrer quantitativen Analyse** (Ebenda 3135—3136).

Fluorapatit vom Fundort Renfrew County (Ontario) ergab bei einer Analyse im Tetrachlorkohlenstoffstrom:

	I	II
P_2O_5	39,68 %	39,74 %
CaO	54,67	54,74
MgO	1,34	1,22
Fe_2O_3	0,49	0,48

	I	II
K_2O	0,50 %	0,47 %
Na_2O	0,92	0,90
H_2O	0,12	0,10
F	3,75	3,68

Ref.: B. Goßner.

40. L. Weiß (in München): **Untersuchungen über natürliches Zirkondioxyd** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1910, **65**, 178—227).

Die Ergebnisse der Abhandlung in mineralogischer Hinsicht sind folgende: Es wurden zunächst die schon von Reitinger untersuchten »Zirkon Favas« aus Brasilien einer neuerlichen Analyse unterworfen. Diese Favas bestehen vorwiegend aus faserigem und feinkörnigem Zirkonoxyd von glaskopfähnlicher Beschaffenheit; die Zusammensetzung entspricht also jener des in Krystallen vorkommenden Baddeleyit.

Zwei neue Analysen ergaben für die wichtigeren Bestandteile

	I	II
ZrO_2	82,88 %	92,87 %
Fe_2O_3	5,01	3,50
Al_2O_3	3,04	0,70
SiO_2	8,03	2,05
Spec. Gew.	4,892	5,116

Ein anderer Teil der Untersuchung bezieht sich auf Material von dem neu entdeckten größeren Zirkonlager aus derselben Gegend. Das Zirkonmaterial stellt Bruchstücke von verschiedener Größe dar — bis zu 360 kg; Härte 7; Farbe hell- und dunkelbraun; Strich braun; spec. Gew. 4,4—5,3. Eingesprengt findet sich Eisenoxyd, auch manchmal Zirkonsilikat in Krystallen. Auf dem derben Zirkonoxyd aufgewachsen erscheinen bisweilen »Zirkonoxydglasköpfe«, welche große Ähnlichkeit mit den Favas haben und in einer 1—2 cm dicken Schicht derbes Zirkonoxyd überziehen.

Nach den folgenden Analysen ist der Hauptbestandteil Zirkonoxyd, verunreinigt durch wechselnde Beimengung anderer Stoffe. Die Analysenergebnisse sind:

	I	IV	V	VI	VII
ZrO_2	92,07	87,99	88,97	93,12	95,46
Fe_2O_3	2,73	9,03	3,54	3,03	2,84
Al_2O_3	1,17	3,07	0,93	0,54	0,51
SiO_2	2,73	6,21	5,87	3,06	1,35

Andere Bestandteile sind bis zu 1 % TiO_2 und bis zu 2 % H_2O.

Nr. I bezieht sich auf gewöhnliche, dichte Bruchstücke, Nr. IV und V auf blaßrotes, hartes, Nr. VI auf graues, dichtes Material. Nr. VII ist eine Analyse von »Zirkonglaskopf«.

Ref.: B. Goßner.

41. S. Žemčužny und **F. Rambach** (in St. Petersburg): **Schmelzen der Alkalichloride** (Ebenda 403—428).

Die Ermittelung der Erstarrungskurve von Zweistoffsystemen aus der Gruppe der Alkalichloride hatte folgende Ergebnisse hinsichtlich der Bildung von Mischkrystallen von Alkalichloriden bei höherer Temperatur:

Bei den Salzpaaren *LiCl-KCl*, *LiCl-RbCl*, *RbCl-NaCl* und *OsCl-NaCl* krystallisieren die Componenten auch aus der Schmelze getrennt aus; d. h. es findet keine Bildung von Mischkrystallen statt. Dagegen liefern die folgenden Salzpaare bei der Krystallisation ihrer Schmelzen eine continuierliche Reihe von Mischkrystallen: *LiCl-NaCl*, *RbCl-KCl*, *CsCl-RbCl* und *CsCl-KCl*. Die so erhaltenen Mischkrystalle zeigen bei weiterem Abkühlen auf einem mehr oder minder großen Gebiet die Erscheinung einer allmählichen Entmischung, sodaß also bei gewöhnlicher Temperatur die ursprünglichen Mischkrystalle in ihre Componenten zerfallen sind. An den Krystallen selbst äußert sich diese Erscheinung an einer auftretenden Trübung. Am weitesten geht der Zerfall bei *LiCl-NaCl* und bei *CsCl-KCl*, während die Mischkrystalle des Systemes *KCl-RbCl* auch bei gewöhnlicher Temperatur bestehen.

Bei den *CsCl* enthaltenden Systemen macht sich bei der weiteren Erkaltung des Erstarrungsproduktes noch eine polymorphe Umwandlung des Cäsiumchlorides bemerkbar. Ein Haltepunkt auf den Abkühlungskurven dieser Schmelzen deutet auf eine polymorphe Umwandlung bei 451°.

Ferner werden Versuche zur Ermittelung der Bildungswärme fester Lösungen mitgeteilt. Es wurde einerseits die Lösungswärme mechanischer Gemenge, anderseits jene von Erstarrungsprodukten, also von Mischkrystallen ermittelt. Aus der Differenz berechnet sich die Bildungswärme der Mischkrystalle, welche eine bedeutende sein kann. Mischkrystalle, welche unbeständig sind und im Laufe der Zeit zerfallen, haben eine größere Bildungswärme wie jene, welche beständig sind. So ist z. B. die Bildungswärme der beständigen Mischkrytalle *KCl-RbCl* gering gegenüber jenen der weniger stabilen Mischungsreihe *KCl-KBr*.

Ref.: B. Goßner.

42. H. W. Fischer (in Breslau): **Über positives Eisenoxydhydrat** (Zeitschrift f. anorg. Chemie **1910**, **66**, 37—52).

Es gibt zwei Colloidformen des Eisenoxydhydrates, ein braunes und ein gelbes Colloid. Verf. versucht darzutun, daß der Limonit mit dem letzteren identisch ist. Als Gründe hierfür gelten die Identität der Farbe und insbesondere der Verlauf der Entwässerung. Zunächst schwankt bei den mitgeteilten Analysen verschiedener Limonitvorkommen der Wassergehalt von 10,1—13,4 %. Bei der Entwässerung mit steigender Temperatur ergibt sich bis 100° ein erheblicher Wasserverlust (Colloidwasser); dieser wird dann kleiner, erreicht aber gegen 200° wieder einen bedeutenden Wert, d. h., sobald der Wassergehalt auf 1 Mol., etwa 10 % wie im Goethit, gesunken ist, steigt der Wasserverlust rasch. Dieses letzte Molekül ist in anderer Form, nämlich chemisch, gebunden.

Die Existenz des Hydrohämatites ist zweifelhaft. Die Analysen verschiedener Vorkommen lieferten einen stark wechselnden Wassergehalt, 3,5—7,7 %. Bei manchen Vorkommen ist nach dem Verlauf der Entwässerung Limonit beigemengt, in anderen Fällen vielleicht der krystalloide Goethit. Der rote Glaskopf mit geringem Wassergehalt, ist wahrscheinlich eine stark entwässerte Form des roten Colloides. Der Goethit dagegen weist als krystallisierter Körper einen constanten Wassergehalt auf, 9,9—10,6 %. Der Xanthosiderit endlich wird als eine wasserarme Form des Limonit angesprochen, welche in der Zusammensetzung dem Goethit nahesteht.

Ref.: B. Goßner.

43. W. Biltz und **E. Marcus** (in Clausthal i. H.): **Über die chemische Zusammensetzung der Staßfurter Salztone** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1910, 68, 91—101).

Aus der Übersicht über die analytischen Daten ist zu entnehmen, daß die liegende Schicht des Salztones stark anhydrithaltig, die hangende reich an Magnesit ist. Die eigentliche Tonschicht ist reich an Aluminium- und Magnesiumoxyd und weist einen beträchtlichen Gehalt an Magnesiumchlorid auf. Ferner folgt aus der Berechnung der Analysen, insbesondere aus dem sich ergebenden Molekularverhältnis $K_2SO_4 : MgSO_4 : CaSO_4 : H_2O = 1 : 1,03 : 2,73 : 2,58$ im wasserlöslichen Teil, daß die liegende Schicht auch Polyhalit enthält, neben einem Überschuß an Anhydrit. Es kommt also hier, entgegen dem Diagramm von van 't Hoff, dieses Tripelsulfat unmittelbar neben Carnallit vor. Als seltene Bestandteile sind zu nennen: Titan, Lithium, Kupfer, Zink, Ammoniak, Salpetersäure, Phosphorsäure, alle nur in Spuren oder ganz geringen Mengen.

Die Ergebnisse beziehen sich auf Salzton aus dem Berlepsch-Schacht bei Staßfurt.

Ref.: B. Goßner.

44. B. Karandeeff (in Göttingen): **Über die binären Systeme des Calciummetasilikates mit Calciumfluorid und Calciumchlorid** (Ebenda 188—197).

An dieser Stelle ist nur folgendes aus den Ergebnissen anzuführen: Die Erstarrungstemperatur des *Ca*-Metasilikates wurde bei 1501° gefunden; jene des Calciumfluorides liegt bei 1378°. Die langsam verlaufende Umwandlung der langgestreckten Pseudowollastonitkrystalle (stark doppeltbrechend) in den schwächer doppeltbrechenden Wollastonit konnte mehrfach beobachtet werden.

Die aus dem Eutektikum bei 1130° sich ausscheidenden Krystalle sind wahrscheinlich Wollastonit, nachdem die Umwandlungstemperatur bei etwa 1200° liegt.

Ref.: B. Goßner.

45. J. Uhlig (in Bonn): **Beitrag zur Kenntnis der Granaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins** (Verh. d. Nat. Ver. d. preuß. Rheinlande u. Westfalens. Bonn 1910, 67, 307—403).

Behandelt werden Granate aus dem niederrheinischen Vulkangebiete (Eifel nebst Laacher See Gebiet und Siebengebirge mit Finkenberg bei Bonn).

In einer Besprechung der bisherigen Nomenklatur der Granatgruppe wird versucht, einfache Formeln auch für die complicierter zusammengesetzten Granaten aufzustellen, um aus den Formeln auch die Mischung aus verschiedenen Silikatmolekülen erkennen zu lassen. Bei Berechnung nach Prozenten der einzelnen Componenten werden bezeichnet:

$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$	$= (Al)$	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	$= Fe$
$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$	(Fe)	$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	Mg
$Ca_3(Al, Fe)_2Si_3O_{12}$	(Al, Fe)	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$	Mn
$Ca_3Ti_2Si_3O_{12}$	(Ti)	$Na_6Al_2Si_3O_{12}$ bzw. $Na_6Fe_2Si_3O_{12}$	Na
$Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$	(Cr)		
$Ca_3V_2Si_3O_{12}$	(V)		
$Ca_3Ce_2Si_3O_{12}$	(Ce)		

Diesen Symbolen werden die Prozentbeträge als Indices angehängt; die Componenten werden in eckigen Klammern zur Unterscheidung von chemischen

Formeln zusammengefaßt, wobei die Componenten nach ihrer Menge aufeinander folgen, sodaß die Verbindungen, nach denen die Benennung erfolgt, an erster Stelle rangieren. Für den Fall der Beimischung von Kalkgranat zu Eisen-, Mangan- und Magnesiumgranat wird ersterer an den Schluß gestellt, auch wo er die nicht in geringster Menge auftretende Componente ist. Auftreten der drei eben genannten in Kalkgranat wird durch ein R mit Index ausgedrückt, wobei dieser die genannten Prozentbeträge an Eisen-, Mangan- und Magnesiumgranat angibt. (Beispiele für diese Darstellungsmethode folgen unten.)

Sehr dankenswert sind eingehende Angaben über den Analysengang, die hier auszugsweise nicht wiedergegeben werden können. Die Isolierung geschah möglichst sorgfältig durch Anwendung schwerer Lösungen und Schmelzen und durch Aussuchen auf einem Lupenstativ. Bestimmt wurden nicht nur die gewöhnlichen Bestandteile SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O und H_2O, sondern auch die selteneren, wobei außer auf die schon genannten noch auf Cr_2O_3, V_2O_3, seltene Erden, NiO, CoO, BaO, SrO, Li_2O und in einem Falle auf P_2O_5 und S geprüft wurde; Nb, Ta, As und Mo würden sich bei dem Analysengang noch ergeben haben. Von den selteneren Bestandteilen fanden sich V und Ni meist wenigstens in Spuren, Cr und Co in gewissen Almandinen, Ce im braunen Granat von Laach. Alkalien sind auf letzteren und Melanit vom Perlerkopf beschränkt. Zr, Sr und Ba fehlen.

Kalkeisengranat ($Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$), Melanit und Topazolith. Vorkommen: Leuzitgesteine der Laacher Gegend und zugehörige Tuffe. Chemisch untersucht wurden (I) die am südöstlichen Abhange des Perlerkopfes vorkommenden losen Krystalle, die nicht ganz von Ägirinaugit und einer geringen Menge magnetischen Erzes getrennt werden konnten. Alkalien sind in geringer Menge anzunehmen. Die Analyse entspricht nicht der Granatformel, weil ein Teil des Titan als Ti_2O_3 vorhanden sei. Verf. nimmt an, daß die als FeO gefundene Menge auf Ti_2O_3 zurückzuführen sei, und gibt die korrigierten Analysenwerte I[a]. Das führt dann auf das Verhältnis $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3 : 1,08 : 2,82$, bzw. auf die Formel

$$[(Fe)_{62,6}(Al)_{19,7}(Ti)_{10,7}(V)_{0,8}R_{6,6}], \text{ wobei } R_{6,6} = Mg_{5,1}Mn_{1,1}.$$

Es liegt also ein Kalkeisengranat vor, dem außer Kalktongranat besonders noch Kalktitangranat beigemengt ist, wobei der V_2O_3-Gehalt hoch ist.

Melanit tritt auch in Auswürflingen vom Laacher See auf, wo er u. a. mit den seltene Erden führenden Mineralien Orthit, Zirkon und Azor-Pyrrhit vergesellschaftet ist. — Leuzittuff der Weichley führt als concretionäre Bildung ein melanitführendes Sanidingestein. — In basaltischen Gesteinen des Laacher See Gebietes und der Eifel ist er weniger verbreitet. Der dunkelgrasgrüne Granat aus dem Pikrit vom Lüxenberg bei Bombogen gehört zum Topazolith.

Kalktoneisengranat [$Ca_3(Al, Fe)_2Si_3O_{12}$], Aplom und Hessonit von Laach. Für einen Teil der Auswürflinge ist ein brauner bis schwarzbrauner, undurchsichtiger Granat charakteristisch, der nach der Analyse (II) in der Mitte zwischen Kalkton- und Kalkeisengranat steht. Begleiter nach mikroskopischer Untersuchung: Sanidin, saurer Plagioklas, Noscan, Ägirinaugit, ziemlich reichlich Apatit, Biotit, Hornblende, vereinzelt Skapolith, Magnetit, Titanit, Zirkon und Orthit. Die Analyse ergibt $RO_2 : R_2O_3 : (RO + R_2O) = 2,97 : 1 : 2,96$ und die Formel

$$[(Fe)_{47,4}(Al)_{40,5}(V)_{0,3}(Ce)_{0,1}R_{8,9}Na_{2,8}] \text{ wo } R_{8,9} = Mn_{4,5}Fe_{2,6}Mg_{1,8}.$$

Die von Weinschenk (diese Zeitschr. 26, 462) ausgesprochene Vermutung, daß die tiefen Färbungen der Kalkgranaten durch eine in den Analysen noch

	I	Ia	II	III	IV	V	VI	VII	VII a	VIII	IX	Molekularverhältnisse I	Ia	II	III	IV	V	VIII	IX
SiO_2	32,71	32,71	36,64	37,55	37,13	40,25	41,50	39,73	39,73	40,73	38,68	0,6452	0,5987	0,6136	0,6273	0,6207	0,6775	0,6850	0,6453
TiO_2	8,30	4,57	0,56	0,45	0,48	0,89	0,56	0,19	0,19	0,85	0,39								
Al_2O_3	5,72	5,72	11,01	20,86	20,91	21,21	21,86	20,23	20,23	19,72	18,42	0,1695	0,2159	0,2065	0,2082	0,2119	0,2217	0,2079	0,2133
Fe_2O_3	17,91	21,65	15,66	0,66	1,16	2,21		2,94	1,69	2,39	5,30								
Ti_2O_3		3,36																	
V_2O_3	0,24	0,24	0,09		0,01	Spur		Spur	Spur	nicht gesucht	unsich. Spur								
Cr_2O_3	ger. Spur	ger. Spur				0,06		0,03	0,03										
Ce_2O_3			0,09																
FeO	3,36		1,16	26,77	33,22	26,66	23,74	23,01	24,14	0,92	2,52	0,6093	0,5626	0,6106	0,6279	0,5908	0,5661	0,6571	0,6459
NiO	ger. Spur	ger. Spur	geringe Spur		Spur	0,01		0,05	0,05		unsich. Spur								
CoO						unsich. Spur		Spur	Spur										
MnO	0,52	0,52	1,99	6,85	4,89	0,73	0,83	0,65	0,65	0,58	0,66								
MgO	1,33	1,33	0,44	4,80	1,23	6,95	7,47	6,94	6,94	2,54	0,79						0,5743		
CaO	29,25	29,25	30,15	2,28	1,60	0,71	0,76	6,09	6,09	32,10	32,59								
BaO																			
Na_2O			0,87			0,31											0,0082		
K_2O			0,30			0,30													
H_2O üb. 125°	0,32	0,51	0,87	0,27	0,18	0,37	0,76	0,70	0,70	1,18	0,40								
Feuchtigkeit	0,19		0,32	0,11	0,07	0,07		0,23	0,23		0,39								
Sa.	99,85	99,86	100,15	100,60	100,98	100,73	97,48	100,79	100,67	101,01	100,14								
Spec. Gew.	3,692		3,581	4,084	4,158	3,926		3,907		3,470	3,566								

nicht berücksichtigte, in geringen Mengen lebhaft färbende anorganische Substanz verursacht werden, glaubt Verf. auf Grund der Beobachtung, daß sowohl der schwarze Melanit vom Perlerkopf als der braune Aplom von Laach V_2O_3 in wägbaren Mengen führen, welches in den übrigen schwächer gefärbten Granaten nur in geringen Spuren vorkommt, auf den V-Gehalt zurückführen zu dürfen. Der untersuchte Aplom ist braun bis braunschwarz, im Präparate bräunlichgelb bis gelbgrau, mit Zonarstruktur, optischen Anomalien.

Hessonit in winzigen gelbroten $\{hkk\}$ wurde in einer Druse von Laacher Sanidinit gefunden.

Eisentongranat ($Fe_3Al_2Si_3O_{12}$), Almandin tritt gegenüber dem Aplom in einer anderen Gruppe von Laacher Auswürflingen auf, besonders in Glimmerschiefern und Phylliten, ferner in Biotit-Sillimanitschiefern, in gewissen Staurolith- und Disthenschiefern und in körnigen Plagioklas-Hornblende-Augit-Bomben, spärlicher in den an Cordierit reichen Bomben und am seltensten in den eigentlichen Sanidiniten. Aus den neueren Untersuchungen von Brauns geht hervor, daß alle Almandin-haltigen Auswürflinge zusammengehören, derart, daß Glimmerschiefer und Phyllite, die noch eine contactmetamorphe Einwirkung aufweisen können, durch Hitzewirkung so umgeschmolzen sind, daß sich ein neuer Mineralbestand ausbildete, wobei Almandin als das widerstandsfähigste Mineral, z. B. im Sanidinit, oft von den primären Mineralien, allein erhalten geblieben ist. Zuletzt unterliegt auch er der Umwandlung, zum Teil unter Einwirkung der Nachbarschaft zu Glas, oder zu anderen Mineralien: Magnetit, Spinell, Hypersthen, Biotit und Feldspat; Magnetit und Spinell bilden auch oft dichte Opaziträndder um den sonst gut erhaltenen Granat. Die chemische Analyse wies nach, daß die Almandine der Laacher Auswürflinge zwei Hauptgruppen, den Mn-reichen (Cr-freien) Almandinen und den Cr-haltigen Almandinen angehören. Aus mehrfachen FeO- und MnO-Bestimmungen ergibt sich, daß die Almandine der Muskovitschiefer und verwandter Gesteine einen MnO-Gehalt um 7 %, einen FeO-Gehalt unter 30 %, dagegen der Biotit-Sillimanitgesteine $3\frac{1}{2}$—5 % MnO und einen 30 % übersteigenden FeO-Gehalt zeigen. Beide Varietäten treten auch in den Sanidiniten auf.

Der Granat der Muskovitschiefer, Zweiglimmerschiefer und Phyllite, mit $\{100\}$, seltener $\{211\}$, ist lichtbläulichrot. Die Analyse III von Granat aus einem Muskovitschiefer vom Dachsbusch führt auf $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3,01 : 1 : 3,02$ und die Formel $[Fe_{59,2}Mg_{19,0}Mn_{15,4}(Al, Fe)_{6,4}]$, wobei der hohe Mn-Gehalt bemerkenswert ist. In einem entsprechenden Sanidinit zeigte Almandin 7,66 % MnO.

Der Granat der Sillimanit-Biotitgesteine zeigt eine blasse Rosafarbe, besitzt 31,26 % FeO und 3,35 % MnO. Diesen Almandinen nahe verwandter Granat kommt auch in Sanidiniten vor, hier zum Teil eingeschmolzen und von einem Glassaume umgeben. Die Analyse IV führt unter der Annahme, daß alles Eisen als FeO vorhanden ist, zu $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3,03 : 1 : 2,96$ und der Formel $[Fe_{78,9}Mn_{11,1}Mg_{5,0}(Al)_{4,7}]$, zu einem reinen Almandin.

Der Granat der cordieritreichen Granatgesteine, der einzige erhaltene primäre Bestandteil dieser Gesteine, ist von braunem Glasgeäder durchzogen. Die Analyse V ergibt $RO_2 : R_2O_3 : (RO + R_2O) = 3,06 : 1 : 2,59$, welche Abweichung Verunreinigungen zugeschrieben und vor allem auf die Beteiligung von Feldspatsubstanz in dem Glase zurückgeführt wird. Es errechnet sich dann ein allerdings immer noch nicht sehr mit der Granatformel übereinstimmendes Verhältnis und die Formel $[Fe_{65,5}Mg_{30,4}Mn_{1,8}(Al, Fe, Cr)_{2,2}]$. Diesem Granat des Cordieritgesteines war nun ein Almandin eines Sanidinites nahezu identisch, in dem der Granat

durch bis erbsengroße, schwärzliche Schlackenkugeln, zum Teil noch mit rotem Kern erhaltener Granatsubstanz, ersetzt ist. Zur Analyse VI wurde der rote Kern möglichst aus den schwarzen Schlackenkugeln gelöst; Alkalien konnten wegen geringer Substanzmenge nicht bestimmt werden.

In Augit-Plagioklas- und Hornblende-Plagioklas-Auswürflingen am Dachsbusch und im Hannebacher Kessel sind Augit und Hornblende vorwaltende Mineralien, in denen rote Granaten als kleine Körnchen oder in bis erbsengroßen Anhäufungen hervortreten. Diopsidartiger Augit ergab folgende Zusammensetzung SiO_2 49,44, TiO_2 0,60, Al_2O_3 4,31, Fe_2O_3 3,28, Cr_2O_3 0,02, V_2O_3 Spur, FeO 7,62, NiO 0,04, CoO Spur, MnO 0,13, MgO 12,25, CaO 20,19, Na_2O 1,08, K_2O 0,26, H_2O über 125⁰ 0,30, Feuchtigkeit 0,36, Summe 99,88, spec. Gewicht 3,380, entsprechend ungefähr neun Teilen $Ca(Mg, Fe)Si_2O_6$, einem Teil $(Mg, Fe)Al_2SiO_6$ und einem Teil $NaFeSi_2O_6$. Daneben tritt ein hypersthenartiges Pyroxenmineral auf, das aber durch schiefe Auslöschung in gewissen Schnitten ausgezeichnet ist: Klinohypersthen, weiter Hornblende, dann Andesin mit winzigen Körnchen von Apatit. Der Andesin ist zusammengesetzt SiO_2 57,97, TiO_2 0,10, Al_2O_3 25,97, Fe_2O_3 0,55, CaO 8,37, BaO 0,01, MgO 0,30, Na_2O 6,47, K_2O 0,41, Glühverlust 0,46. Summe 100,61; spec. Gewicht 2,668; entsprechend Ab_3An_2. Der Granat bildet rundliche Körner, ist fast einschlußfrei, zeigt Titanitnadeln als Einschlüsse, zum Teil parallel angeordnet (ähnlich von Holland für indische Granate beschriebenen; Ausz. diese Zeitschr. **30**, 89). Die Analyse VII führte auf $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3,04 : 1 : 2,82$ und zu der Annahme, daß der Fe_2O_3-Gehalt zu hoch ausgefallen ist, was die korrigierten Analysenziffern VII[a] veranlaßte und die Formel

$$[Fe_{53,6}Mg_{27,5}Mn_{1,5}(Al, Fe, Cr)_{17,4}]$$

ergab, also einen nach Pyrop hinneigenden Almandin, der mit dem Almandin (V) aus dem Laacher Cordieritgestein große Ähnlichkeit und nur Abweichung in bezug auf den CaO-Gehalt zeigt. Das Gestein, in dem die Granaten auftreten, weist seiner in der Arbeit mitgeteilten Zusammensetzung nach auf die Familie der Eklogite und Amphibolite der krystallinen Schiefer hin.

Der Granat der hornblendereichen Gesteine vom Dachsbusch zeigte 19,75 FeO, 0,75 MnO, qualitativ Cr. Nach den Brechungsindices der Körnchen kommt sowohl Granat als Pyrop vor.

Almandin zeigt sich in der weiteren Umgebung des Laacher Sees in sanidinitartigen Einschlüssen in Laven von Niedermendig und Mayen, am Ettringer Bellerberg, in Schlacken der Dauner Maare. Im Siebengebirge tritt er in Tuffen und Tonen auf.

Kalktongranat ($Ca_3Al_2Si_3O_{12}$), Grossular und Hessonit. Eigentliche Kalktongranaten finden sich am Finkenberg bei Bonn im Basalt mit wachsgelber, fleischroter bis bräunlichroter und kolophoniumbrauner Färbung in einer für Kalksilikathornfelse charakteristischen Vergesellschaftung, welche granatführenden Einschlüsse im Gegensatze zu Zirkel (Ausz. diese Zeitschr. **41**, 516; **49**, 486) vom Verf. als endogene Contactbildung erklärt werden. Calcit tritt nun am Finkenberg als primärer Einschluß im Basalt auf und weist auf Kalksteine und Kalksandsteine hin, die zur Bildung von Kalksilikathornfelsen Veranlassung gaben. Wahrscheinlich kalkreicher Plagioklas hat sich in einigen Fällen aus dem Calcit herausgebildet; er bohrt sich in den Calcit in allen möglichen Richtungen hinein und umschließt wohl gelegentlich geringe Reste desselben. Calcit und Plagioklas zeigen auch eine mikropegmatitische Verwachsung, wobei zwischen beiden ein

isotroper Saum, wohl Glas, liegt. Beide sollen aus dem Magma, das Calcit aus dem Einschluß auflöste, in schriftgranitischer Verwachsung zur Ausscheidung gekommen sein (vergl. hierzu die Angaben von Rimann über primären Calcit, Ausz. diese Zeitschr. **51**, 412). Lichtgefärbter Pyroxen zeigt nur Körnchen und Staubhäufchen, pleochroitische Höfe, die sonst auf alte Gesteine beschränkt sind. — Der wachsgelbe Granat (VIII) war durch dichte Imprägnation mit staubiger Substanz trübgrau, wodurch das Analysenresultat beeinflußt war. Die Analyse ergab

$$RO_2 : R_2O_3 : RO = 3,13 : 0,95 : 3; \; [(Al)_{79,3}(Fe)_{7,2}R_{13,5}],$$

wobei $R_{13,5} = Mg_{10,1}Fe_{2,1}Mn_{1,3}$ ist; also zu Grossular zu ziehen. — Bräunlichroter Granat (IX) war von Schnüren trüber, undurchsichtiger Substanz durchzogen, sonst aber reiner als der vorhergehende. Die Analyse führt auf $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3,03 : 1 : 3,03$ bzw. $[(Al)_{74,6}(Fe)_{15,5}R_{10,1}]$, wo $R_{10,1} = Fe_{5,5}Mg_{3,1}Mn_{1,5}$, den Verf. zum Hessonit rechnet. — Die Einschlüsse des Finkenberg führen aber auch eisenreichere Granaten, Aplom.

Die Anordnung

a) Wachsgelber Granat, Finkenberg $[(Al)_{79,3}(Fe)_{7,2}R_{13,5}]$
b) Roter Granat, Finkenberg $[(Al)_{74,6}(Fe)_{15,5}R_{10,1}]$
c) Aplom, Laacher See $[(Fe)_{47,4}(Al)_{40,5}(V, Ce)_{0,4}Na_{2,8}R_{8,9}]$
d) Melanit, Perlerkopf $[(Fe)_{62,6}(Al)_{19,7}(Ti)_{10,7}(V)_{0,8}R_{6,6}]$

ehrt, daß die unter R zusammengefaßten Beimischungen (Eisen-, Magnesia- und Mangangranat $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$, $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$, $Mn_3Al_2Si_3O_{12}$) abnehmen, je mehr der Gehalt an Kalkeisengranat $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$ auf Kosten des Kalktongranates $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ zunimmt. [Man vergleiche hierzu die Arbeit von Boeke, S. 149 bis 167 dieses Heftes.]

Ref.: E. Kaiser.

XII. Zwei vanadinhaltige Ägirine von Libby, Montana.

Von

Esper S. Larsen und W. F. Hunt in Washington [1]).

(U. S. Geological Survey.)

Übersetzt von W. Brendler.

(Mit 2 Textfiguren.)

Einleitung.

Die beiden in nachstehender Abhandlung beschriebenen Pyroxene wurden von Herrn J. T. Pardee von der Geologischen Landesaufnahme der Vereinigten Staaten im Rainy-Creek-Minendistrikt, ungefähr 7 Meilen nordöstlich von Libby, Lincoln County, Montana, gesammelt. Später erhielten die Verff. durch Herrn Ben. M. Thomas in Libby, Montana, mehr Untersuchungsmaterial zugesandt. Wir sind den beiden Herren für Übersendung der ausgezeichneten Stufen und für ihre Mitteilungen bezüglich des Vorkommens der Mineralien sehr verbunden.

Die beiden Mineralien, von denen das eine ein Ägirin, das andere ein Ägirin-Augit ist, kommen auf Gängen, vergesellschaftet mit Quarz, Calcit, Mikroklin, Sulfiden und anderen Mineralien vor.

Der Ägirin enthält nahezu vier Prozent V_2O_3; im übrigen ist seine chemische Zusammensetzung aber diejenige des gewöhnlichen Ägirins. Auch die Messungen der Krystallwinkel zeigen gute Übereinstimmung mit jenen des gewöhnlichen Ägirins; die Form $i\{130\}$ ist für den Ägirin neu. Das Mineral besitzt eine tiefbraune Färbung; in seinen optischen Eigenschaften weicht es vom gewöhnlichen Ägirin insofern ab, als es niedrigere Brechungsindices, schwächere Doppelbrechung, kleinere Auslöschungsschiefe und größeren Axenwinkel zeigt.

---

1) Veröffentlicht mit Erlaubnis des Direktors der Geologischen Landesaufnahme der Vereinigten Staaten.

Der Agirin-Augit wurde nur in faserigen Aggregaten gefunden. Er enthält nahezu 3% Vanadinoxyd und seine optischen Eigenschaften sind von jenen des gewöhnlichen Ägirin-Augits nicht sehr verschieden.

Vorkommen und begleitende Mineralien.

Die beiden Pyroxene kommen nebeneinander auf Gängen vor, welche wahrscheinlich in großer Tiefe und bei hohen Temperaturen gebildet wurden. Sie zeigen in der Tat eine gewisse Ähnlichkeit mit Pegmatiten. Das in größter Menge auftretende Mineral der Gänge ist ein körniger weißer Quarz bzw. Milchquarz; Calcit, Pyroxene und Mikroklin sind reichlich vertreten: Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende und andere Sulfide sind weniger häufig; auch Fluorit ist vorhanden; an einer Stufe wurde Baryt beobachtet. Die Gänge zeigen eine ziemlich ausgeprägte Bänderung, da die Pyroxene und der Mikroklin hauptsächlich auf ihre Randzone beschränkt bleiben. Diejenigen Teile des Ganges, welche reich an den beiden Pyroxenen sind, pflegen gewöhnlich auch reich an Mikroklin und Sulfiden zu sein.

Die Gänge treten in einem ziemlich grobkörnigen Apatit-Pyroxenit auf, welcher in der Hauptsache aus Diopsid besteht mit etwa zehn Prozent Apatit, nahezu ebensoviel titanhaltigem Magnetit, und wenig Biotit. Dieses Gestein enthält 0,12% V_2O_3. Mit ihm vergesellschaftet sind Natronsyenite und Nephelinsyenite. Der Pyroxenit ist auf beiden Seiten der Gänge auf eine Strecke von einem Zoll bis zu einem Fuß und mehr umgewandelt. Bei dieser charakteristischen Umwandlung ist der Apatit, die Erze und der Biotit nicht verändert worden; die Pyroxene jedoch sind in ein faseriges Aggregat von Amphibolen mit Calcit und Sulfiden übergegangen. Der Amphibol hat ungewöhnliche, etwas variable optische Eigenschaften. Manche der dunkler gefärbten Partien ähneln dem Glaukophan; der häufigste Typus aber zeigt folgende optische Eigenschaften: Die Brechungsindices sind: $\alpha = 1,620 \pm 0,003$; $\gamma = 1,630 \pm 0,003$. Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach. Dünnschliffe, welche parallel dem seitlichen Pinakoid geschnitten sind, löschen in weißem Licht nicht aus, zeigen aber bei einer Umdrehung auf dem Objekttisch des Mikroskopes eine Reihe von anomalen Interferenzfarben. In monochromatischem Lichte ergab dieser Dünnschliff folgende Auslöschungswinkel:

Li-Licht: $x : c = 45^0$
Na- » : $x : c$ 41
Tl- » : $x : c$ 35;

Z ist c parallel. Der Pleochroismus ist mäßig stark; z = blaßblau oder blaßviolett, y = blaßgelblich, x = blaßgrün.

Vanadinhaltiger Agirin.

Der vanadinhaltige Ägirin kommt hauptsächlich in den Randzonen der Gänge vor, ist aber nicht ausschließlich auf die ersteren beschränkt. Er

findet sich für gewöhnlich in ziemlich gut entwickelten spießigen Krystallen oder faserigen Aggregaten, deren Fasern nahezu senkrecht zu den Rändern des Ganges angeordnet sind. Auf anderen Stufen sind prächtige Sphärolithe des Minerales, die bis zu einen Zoll Durchmesser erreichen, in dem Ganggestein ziemlich reichlich verstreut. Diese Sphärolithe werden von gut entwickelten spießigen Krystallen des Ägirins gebildet, welche ungefähr einen Millimeter Durchmesser haben und, von einem gemeinsamen Mittelpunkt ausstrahlend, die anderen Mineralien durchdringen. Eine Stufe zeigt prächtige, wohlausgebildete Krystalle von einigen Millimetern im Durchmesser. Die Neigung, gut begrenzte, prismatische Krystalle zu bilden, ist für den Ägirin bemerkenswert. Dünnschliffe lassen erkennen, daß der Ägirin die anderen Mineralien der Gänge durchdringt, namentlich den Quarz; ein Individuum kann mehrere Quarzkörner durchspießen. Derartige Krystalle sind gewöhnlich skelettartig entwickelt, mit mehr oder weniger zusammenhängenden Randpartien und einigen zackigen Leisten dazwischen. Nahezu alle Individuen zeigen eingewachsenen Quarz, einige lassen außerdem Einschlüsse von Sulfiden erkennen. Im übrigen sind sie klar und frei von Einschlüssen.

Krystallographische Untersuchung.

Obgleich die Hauptmenge des Materiales für genaue goniometrische Messungen nicht geeignet ist, ließen sich bei einer sorgfältigen Durch-

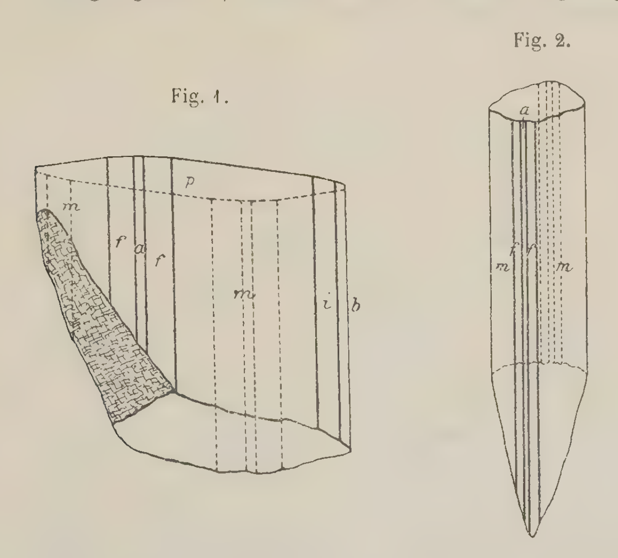


Fig. 1. Fig. 2.

musterung doch etwa zwei Dutzend mehr oder weniger vollkommen entwickelte Krystalle isolieren. Die Untersuchung derselben führte zur Feststellung von sechs Formen mit einfachen Indices. Obenstehend sind Krystalle zweier deutlich unterscheidbarer Ausbildungsweisen abgebildet. Fig. 1 zeigt

den kurzprismatischen Typus mit dem positiven Hemiorthodoma als Endfläche. Derartig entwickelte Krystalle wurden hauptsächlich in den compacten säuligen Verwachsungen beobachtet. Die zweite Ausbildungsweise, welche in Fig. 2 wiedergegeben ist, zeigt ausgesprochen nadelförmigen Charakter ohne Endflächen. Sie ist für die Krystalle der sphärolithischen Aggregate charakteristisch. Bei beiden Typen ist in der verticalen Zone das Grundprisma die vorherrschende Form, welche den quadratischen Querschnitt bedingt. Die Klinodomen und Hemiorthodomen sind, ebenso wie die entsprechenden Pinakoide, außerordentlich klein ausgebildet. Die erhaltenen Signalreflexe ließen meist sehr zu wünschen übrig, indem die größeren Prismenflächen infolge der verticalen Streifung vielfältige Bilder ergaben, während man anderseits auf die ziemlich großen Hemiorthodomenflächen ein kleines Stück von einem Deckgläschen aufkitten mußte, um einen scharfen Reflex zu erhalten. Trotz dieser physikalischen Unvollkommenheiten der Flächen läßt die nahe Übereinstimmung zwischen den Mittelwerten einer großen Anzahl von Einzelablesungen und den entsprechenden von Brögger[1]) für den Ägirin angeführten Werten keinen Zweifel hinsichtlich der Identität der in Tabelle 1 zusammengestellten Formen zu. In derselben sind unter »Beobachtet« die von Hunt am vanadinhaltigen Ägirin von Montana gemessenen Winkel aufgeführt, während in der folgenden Kolumne die entsprechenden, von Brögger am norwegischen Ägirin gemessenen Winkel angegeben sind.

Tabelle 1.

Krystallwinkel des Ägirins.

		Beobachtet:	Brögger:
$m:m$ =	$(110):(\bar{1}10)$ =	87° 5′	87° 11′
$m:a$	$(110):(100)$	46 29	46 24½
$m:b$	$(110):(010)$	43 39	43 35½
$f:f$	$(310):(3\bar{1}0)$	38 47	38 36
$f:a$	$(310):(100)$	19 7	19 18
$f:m$	$(310):(110)$	27 9	27 7
$i:i$	$(130):(\bar{1}30)$	35 58	— —
$p:m$	$(\bar{1}01):(110)$	100 33	100 19
$p:a$	$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	75 38	74 56

Von den im vorstehenden angeführten Formen ist das Klinodoma $i\{130\}$ die einzige, über deren Vorkommen am Ägirin noch nicht berichtet worden ist. Sie wurde nur an jenen Krystallen gefunden, welche die kurzprismatische Ausbildungsweise (Fig. 1) zeigen. Während die Form für den

1) W. C. Brögger, diese Zeitschr. 1890, **16**, 319.

Ägirin offenbar neu ist, wurde sie in der Diopsid-Augit-Reihe häufig beobachtet, wobei der entsprechende Winkel 35° 12′ ist. Dieser Umstand ist von einigem Interesse, da gezeigt werden wird, daß die Zusammensetzung chemisch so gedeutet werden kann, daß sie auf die Gegenwart eines beträchtlichen Anteiles an Diopsid hinweist.

Physikalische Eigenschaften.

Die prismatische Spaltbarkeit ist eine sehr vollkommene, vollkommener als für gewöhnlich beim Ägirin. Die Härte entspricht etwa jener des gewöhnlichen Ägirins, 6—6½; das specifische Gewicht, nach der Pyknometer-Methode bestimmt, ergab sich zu 3,55. Das Mineral ist ziemlich stark magnetisch, da kleine Bruchstücke desselben von einem gewöhnlichen Taschenmagneten merklich beeinflußt werden. Die Krystalle zeigen lebhaften Glanz; die Färbung ist bei den dicken Krystallen nahezu schwarz; dünne Splitter sind jedoch braun durchscheinend.

Optische Eigenschaften.

Die optischen Eigenschaften dieses Ägirins kommen denen des von Brögger beschriebenen Ägirins von Langesund, Norwegen, sehr nahe. Die braune Färbung ist eine ausgesprochenere. Dieser Ägirin unterscheidet sich von anderen bisher beschriebenen durch niedrigeren Brechungsindex, schwächere Doppelbrechung, kleinere Auslöschungsschiefe, größeren Axenwinkel und deutliche braune Färbung. In der nachstehenden Tabelle 2 sind in der ersten Kolumne die hauptsächlichen optischen Eigenschaften des vanadinhaltigen Ägirins von Libby, Montana, aufgeführt und ferner zum Vergleich die von Brögger und Wülfing am Ägirin von Langesund beobachteten Werte angegeben.

Tabelle 2.

Optische Eigenschaften des Ägirins.

	Larsen Libby, Montana:	Brögger Langesund:	Wülfing Langesund:
$\alpha =$	1,745 ± 0,005		1,7630 y
β	1,770 ± 0,005	1,753 y	1,7990 y
γ	1,782 ± 0,005		1,8126 y
$\gamma - \alpha$	0,034 ± 0,002		0,0496
$2V$	69° ± 3°	63° 28′ y	62° 13′ y
$x : c$	1,4° y ± 0,3°	2½°—3½° y	4°—4° 15′ y

Die Brechungsindices des Vorkommens von Montana, die nach der Ölimmersionsmethode bestimmt wurden, schwanken etwas und sind die oben angeführten Zahlen Mittelwerte. Die Doppelbrechung wurde mittelst Babinet'schen Compensators direkt bestimmt. Der Wert von $\gamma - \beta$ wurde

zu 0,011 gefunden. Direkte Messungen des Axenwinkels lieferten keine befriedigenden Ergebnisse; unter Zugrundelegung der Werte für die Doppelbrechung wurde er zu $69^0 \pm 3^0$ berechnet. Die Dispersion der optischen Axen ist stark, und zwar ist, wie beim gewöhnlichen Ägirin, $\varrho > v$. Für die Auslöschungsschiefe ergaben acht Messungen am Klinopinakoid einen Mittelwert von $1,4^0$ für Natriumlicht, und zehn Messungen in weißem Licht einen solchen von $1,2^0$. Die Farbe und der Pleochroismus des Ägirins von Libby sind seine am meisten charakteristischen Merkmale. Der Pleochroismus ist stark: x ist dunkelbraun, y ist heller braun und z ist blaß gelblichbraun bis bernsteingelb.

Chemische Eigenschaften.

Das Material für die Analysen wurde zunächst sorgfältig mit der Hand ausgelesen und weiterhin von dem geringen Betrage an beigemengtem Quarz, Mikroklin, Calcit und Pyrit mittelst eines schwachen Elektromagneten getrennt. Das auf diese Weise erhaltene Analysenmaterial ergab bei mikroskopischer Untersuchung, daß es eine sehr geringe Menge von Verunreinigungen enthielt.

Vom chemischen Standpunkt aus richtet sich das Hauptinteresse auf den ziemlich beträchtlichen Gehalt an Vanadin. Hillebrand[1]) hat auf die Gegenwart von Vanadin in basischen Eruptivgesteinen (mit unter 60% SiO_2) aufmerksam gemacht, bei denen Vanadinoxyd die Tonerde und das Eisenoxyd in Pyroxen, Hornblende und Biotit zum Teil vertritt. In diesen Fällen wird jedoch seine Menge gewöhnlich nur zu wenigen Hundertsteln eines Prozentes angegeben. In einem Falle, und zwar bei einem aus einem Pyroxengneiß separierten Biotit, war der Vanadingehalt ein etwas höherer, nämlich 0,13% V_2O_3. In dem Roscoelithglimmer ist der Gehalt an Vanadinoxyd aber ein viel bedeutenderer. Nach diesen Befunden möchte es scheinen, als ob der Vanadingehalt in anderen Mineralien außer Glimmer selten den Betrag von zwei Zehntel Prozent überschreitet. Mit Rücksicht darauf waren die beiden hier beschriebenen Mineralien etwas Ungewöhnliches, da in dem einen Vanadintrioxyd bis zum Betrage von fast 4% anwesend war, während das zweite einen nur wenig geringeren Gehalt an V_2O_3 zeigte.

Die nachstehende Tabelle 3 enthält die Analysenresultate des Ägirins von Libby, Montana, von Hunt, und diejenigen des Ägirins von Brevig, von Doelter[2]); die beiden Analysen zeigen eine ziemlich große Ähnlichkeit. Im zweiten Falle war Titandioxyd nicht vorhanden und Vanadinsäureanhydrid entweder auch abwesend, oder es war nicht darauf geprüft worden.

---

1) W. F. Hillebrand, The analysis of silicate and carbonate rocks, Bulletin U. S. Geolog. Survey 1910, **422**, 20, 24, 149. Deutsche Ausgabe bei Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin, erschienen.

2) C. Doelter, Tschermak's min. Mitt. 1878, **1**, 376; diese Zeitschr. **4**, 91.

Tabelle 3.

Ägirinanalysen.

	Doelter:	Hunt:
SiO_2	51,74	51,91
TiO_2		0,91
Fe_2O_3	26,17	21,79
V_2O_3		3,98 [1]
Al_2O_3	0,47	0,38
CaO	5,07	5,53
MgO	1,79	3,08
FeO	3,48	1,48
MnO	0,46	0,58
Na_2O	11,02	10,46
K_2O	0,34	0,22
H_2O —		0,06
H_2O +		—
S		0,13
CO_2		Spur
	100,54	100,51

Die Kolumnen 1 und 2 der weiterhin folgenden Tabelle 4 enthalten die den Analysen des Ägirins von Montana entsprechenden Molekularverhältnisse.

Tabelle 4.

	1.	2.	3.	4.
SiO_2	0,8608	0,8721	0,6840	0,1881
TiO_2	0,0113			
Fe_2O_3	0,1364	0,1665	0,1710	
V_2O_3	0,0264			
Al_2O_3	0,0037			
CaO	0,0986	0,0986		0,0986
MgO	0,0763	0,1050		0,1050
FeO	0,0206			
MnO	0,0081			
Na_2O	0,1687	0,1710	0,1710	
K_2O	0,0023			

Wenn wir davon die in Spalte 3 angegebenen Werte für $4SiO_2 . Fe_2O_3 . Na_2O$ (Akmit) abziehen, bleiben die in Spalte 4 enthaltenen Molekularverhältnisse übrig, welche denjenigen des Diopsid $2SiO_2 . CaO . MgO$ sehr nahe kommen.

1) Eine zweite Probe ergab 3,81 % Vanadinsäureanhydrid.

Die obigen Werte entsprechen also einer isomorphen Mischung von etwa 73 % Ägirin, in welchem K_2O das Na_2O, V_2O_3 und Al_2O_3 das Fe_2O_3, und TiO_2 das SiO_2 zum Teil vertritt, und 27 % Diopsid, in welchem das *Mg* zum Teil durch *FeO* und *MnO* ersetzt ist.

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt eine Gegenüberstellung der Analysenresultate mit den für eine Mischung von 73 % $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$ und 27 % $(SiO_3)_2CaMg$ berechneten Werten.

Tabelle 5.

	Gefunden:	Berechnet:
$SiO_2(+TiO_2)$	52,82	52,94
$Fe_2O_3(+V_2O_3+Al_2O_3)$	26,15	25,26
CaO	5,53	7,00
$MgO(+FeO+MnO)$	5,14	5,00
$Na_2O(+K_2O)$	10,68	9,80

Obschon eine geringe Abweichung von den vorstehenden Werten zu beobachten ist, ist die Übereinstimmung doch genügend, um die gemachte Annahme zu rechtfertigen.

Vanadinhaltiger Ägirin-Augit.

Der vanadinhaltige Ägirin-Augit stammt von demselben Fundort wie der Ägirin und kommt in den mikroklinreichen Teilen der Gänge vor. Er findet sich in bis zu einen Zoll großen, aus radialgestellten Fasern bestehenden Sphärolithen. Diese Sphärolithe bestehen zumeist aus fast reinem Pyroxen. Nach außen hin durchdringen die Pyroxennadeln Körner von Mikroklin, Quarz und Calcit. Die Fasern sind sehr dünn und dicht zusammengedrängt; es war infolgedessen kein für Krystallmessungen geeignetes Material zu erlangen; nicht einmal der Spaltungswinkel ließ sich unter dem Mikroskop bestimmen.

Optische Eigenschaften.

Der Pyroxen zeigt eine graugrüne Farbe. Seine feinfaserige Ausbildungsweise macht genaue optische Messungen unmöglich; seine optischen Eigenschaften weichen jedoch von denen des gewöhnlichen Ägirin-Augits nicht wesentlich ab. Die nach der Immersionsmethode gemessenen Brechungsindices haben folgende Werte: $\alpha = 1{,}720 \pm 0{,}003$, $\gamma = 1{,}747 \pm 0{,}003$. Der Axenwinkel ist groß und die Auslöschungsschiefe an Spaltstücken beträgt etwa 20° $(x:c)$; das Maximum der Auslöschungsschiefe im Dünnschliff war 24°. Der Pleochroismus ist ziemlich kräftig: x = hellgrün, y = grünlichgelb, z = blaßgelb. Das specifische Gewicht beträgt 3,42.

Chemische Eigenschaften.

Das für die chemischen Analysen verwendete Material wurde sorgfältig ausgelesen; die Analysen ergaben folgende Resultate:

Tabelle 6.

		Molekularverhältnis:	
SiO_2	53,32	0,8842	0,8889
TiO_2	0,38	0,0047	
Fe_2O_3	12,38	0,0770	0,1097
V_2O_3	2,86[1]	0,0190	
Al_2O_3	1,40	0,0137	
CaO	12,18	0,2171	0,2171
MgO	7,01	0,1738	0,2315
FeO	3,70	0,0514	
MnO	0,45	0,0063	
Na_2O	6,26	0,1009	0,1036
K_2O	0,26	0,0027	
Cr_2O_3	trace	1,5508	
H_2O —	0,07		
H_2O +	0,13		
	100,40		

Wenn wir von den vorstehenden Molekularverhältnissen das Molekularverhältnis des Ägirins, entsprechend der Formel $4SiO_2 . Fe_2O_3 . Na_2O$ folgendermaßen abziehen

$Na_2O (+ K_2O)$	0,1036	
$Fe_2O_3 (+ V_2O_3 + Al_2O_3)$	0,1097	
$SiO_2 (+ TiO_2)$	0,4388	
		0,6521

so bliebe als Rest:

$SiO_2 (+ TiO_2)$	0,4501	
CaO	0,2171	
$MgO (+ FeO + MnO)$	0,2315	
		0,8987
		1,5508

Wie beim Ägirin kommt die Zusammensetzung dieses Restes derjenigen des Diopsides, $2SiO_2 . CaO . MgO$, nahe.

Im vorliegenden Falle müssen wir eine isomorphe Mischung von etwa 43 % Ägirin und 57 % Diopsid annehmen.

---

1) Eine zweite Probe ergab 2,82 % Vanadinoxyd.

Eine Gegenüberstellung der Analysenwerte mit der berechneten prozentualen Zusammensetzung eines derartigen Pyroxens zeigt nachstehende Tabelle:

Tabelle 7.

	Gefunden:	Berechnet:
$SiO_2(+TiO_2)$	53,70	54,01
$Fe_2O_3(+V_2O_3+Al_2O_3)$	16,64	14,88
CaO	12,18	14,78
$MgO(+FeO+MnO)$	11,16	10,56
$NaO(+K_2O)$	6,52	5,77

XIII. Über Hetärolith von Leadville, Colorado.

Von

W. E. Ford und W. M. Bradley in New Haven, Conn.

Übersetzt von W. Brendler.

Im November 1911 erhielt Prof. E. S. Dana von Herrn W. C. Wetherill, damaligem beratenden Ingenieur der Empire Zinc Company, eine kleine Stufe eines Zink-Manganoxydes zugesandt, welche aus der Wolftone Mine bei Leadville, Colorado, stammte. In dem begleitenden Schreiben waren die Resultate einer vorläufigen Analyse des Minerales angegeben, die von Herrn Glenn Haigh für die Empire Zinc Company ausgeführt worden war. Diese Analyse schien im Verein mit den physikalischen Eigenschaften des Minerales darauf hinzuweisen, daß eine neue Species vorliege. Herr Prof. Dana hatte die Freundlichkeit, das Material dem mineralogischen Laboratorium der Sheffield Scientific School zur Untersuchung zu überweisen. Unglücklicherweise starb Herr Wetherill, bevor sich Gelegenheit bot, die Untersuchung auszuführen. Später, im Mai 1912, brachte Herr Dr. William S. Ward, Kurator der Mineralogischen Sammlung des Naturhistorischen Museums von Colorado in Denver, weitere Mitteilungen über das Mineral und machte uns liebenswürdigerweise eine große und schöne Stufe desselben zum Geschenk. Herr Wetherill hatte ursprünglich den Vorschlag gemacht, falls es sich herausstellen sollte, daß die Substanz eine neue Species sei, dem Mineral, in Anlehnung an den Ort des Vorkommens, den Namen »Wolftonit« zu geben. Herr Dr. Ward machte in seinem Briefe den Gegenvorschlag, daß das neue Mineral »Wetherillit« benannt werden möge, nach demjenigen, welcher zuerst darauf aufmerksam gemacht hatte. Bei eingehender Untersuchung stellte es sich jedoch heraus, daß das Mineral mit dem früher von Sterling Hill, Sussex County, New Jersey, beschriebenen Hetärolith identisch war und infolgedessen die beiden ebenerwähnten Vorschläge hinfällig wurden.

Der Hetärolith wurde zum ersten Male im Jahre 1877 von Herrn Dr. Gideon E. Moore in einer kurzen, im American Journal of Science ver-

öffentlichten Mitteilung[1]) beschrieben. Die wesentlichen Punkte seiner Beschreibung sind die folgenden: Das Mineral wurde, zusammen mit Chalkophanit, in einem ockerigen Limonit gefunden. Es kam in Krusten mit traubiger Oberfläche und radialfaseriger Structur vor. Sein specifisches Gewicht betrug 4,933; seine Härte: 5. Sein Glanz war metallisch bis halbmetallisch; Farbe: schwarz; Strich: bräunlichschwarz; vor dem Lötrohre war es unschmelzbar; im geschlossenen Glasrohr erhitzt, gab es ein wenig Wasser ab. Mit Glasflüssen gab es die Reaktionen von Mangan und Zink. Es wurde keine Analyse angegeben, wohl aber festgestellt, daß die chemische Formel diejenige eines Zinkhausmannits war: $ZnO.Mn_2O_3$. Wegen der Unvollständigkeit der Beschreibung ist das Mineral bisher als nicht sichere Species angesehen worden und wurde auch von Dana in seinem »System of Mineralogy« im Anhang zu den Oxyden gestellt[2]).

Im Jahre 1910 veröffentlichte Herr Prof. Charles Palache eine Analyse[3]), welche im Jahre 1906 von W. T. Schaller an Material vom ursprünglichen Fundort ausgeführt worden war. Diese Analyse wurde als Bestätigung für die Moore'sche Formel angesehen und auf Grund derselben das Mineral als besondere Species aufgeführt. In der eben erwähnten Veröffentlichung wurde auf Grund des optischen Verhaltens der Fasern unter dem Mikroskop festgestellt, daß das Mineral tetragonal sei und eine undeutliche prismatische Spaltbarkeit besitze. Das specifische Gewicht wurde zu 4,85 angegeben. Die Analyse von Schaller ist in einem später folgenden Abschnitt angegeben.

Der Hetärolith von Leadville wurde im Gebiet der Wolftone-Mine in einer Tiefe von etwa 210 Meter unter Tage gefunden. Er kommt als gelegentliches füllendes Material am unteren Contact des blauen Kalksteines mit einem Quarzit vor und ist mit Calaminkrystallen und Smithsonit vergesellschaftet. Das Mineral zeigt radialfaserige traubige Structur. Im allgemeinen ist die äußere Oberfläche glatt und verrundet, nur in einem Hohlraum der Stufe ist sie mit einem drusigen Überzug mikroskopischer Kryställchen bedeckt. Dieselben sind jedoch viel zu klein, als daß sie die Vornahme irgendwelcher Messungen gestatteten. Auf der Bruchfläche zeigen die radialstrahligen Aggregate eine prismatische Absonderung, ähnlich derjenigen, welche an manchen Goethit- und Manganit-Vorkommen zu beobachten ist. Unter dem Mikroskop sind die sehr zarten Fragmente mit dunkelbrauner Farbe durchscheinend. Sie zeigen Doppelbrechung und löschen parallel den prismatischen Kanten aus. Weitere Feststellungen bezüglich des Krystallsystems konnten nicht gemacht werden. Es wurde

---

1) American Journal of Science 1877, **14**, 423; Ausz. diese Zeitschr. **2**, 194.

2) System of Mineralogy, 6th Ed., 1892, 259.

3) Diese Zeitschr. 1910, **47**, 579.

festgestellt, daß der Brechungsindex höher als 1,78 sein müsse, indem die kleinen Bruchstücke vermittelst der Immersionsmethode in einer Flüssigkeit, welche diesen Brechungsindex besaß, untersucht wurden.

Das Mineral zeigt splittrigen Bruch; seine Härte liegt zwischen $5\frac{1}{2}$ und 6. Das specifische Gewicht wurde zu 4,6 bestimmt. Der Glanz ist halbmetallisch, die Farbe ein dunkles Braunschwarz bis Schwarz, oft mit firnißartig glänzender Oberfläche; der Strich ist dunkel schokoladenbraun.

Das Mineral ist vor dem Lötrohre unschmelzbar. Auf Holzkohle mit Soda vor dem Lötrohre erhitzt, liefert es den charakteristischen Beschlag von Zinkoxyd. In der Borax- und Phosphorsalzperle gibt es die auf Anwesenheit von Mangan hinweisenden Farbenreaktionen. Es ist in Salzsäure unter Chlorentwickelung leicht löslich. Beim Erhitzen im geschlossenen Glasröhrchen gibt es Wasser ab; Sauerstoffentwicklung wurde nicht beobachtet.

Der Gang der chemischen Untersuchung war kurz der folgende: Die Wasserbestimmung erfolgte direkt, nach der Methode von Penfield[1]); der bei dieser Bestimmung verbleibende Rückstand wurde mit Salzsäure aufgenommen und die Kieselsäure in gewöhnlicher Weise darin bestimmt. Das Filtrat von der Kieselsäurebestimmung wurde zur Entfernung der überschüssigen Salzsäure zur Trockne verdampft. Der dabei verbleibende Rückstand wurde in etwa 200 ccm Wasser gelöst, diese Lösung mit 50 ccm Ameisensäure und einer wässerigen Lösung von etwa 5 g Natriumacetat versetzt, auf etwa 60° C. erwärmt und das Zink mit Schwefelwasserstoff gefällt. Der Niederschlag wurde in einer mit Asbest beschickten Filterröhre[2]) abfiltriert und im Schwefelwasserstoffstrome erhitzt. Das Filtrat vom Zinksulfidniederschlag wurde zur Entfernung des Schwefelwasserstoffes zum Kochen erhitzt und darauf 3 g Natriumacetat und ein Überschuß von Bromwasser und Ammoniumhydroxyd zugegeben. Der ausfallende Niederschlag von Mangandioxyd wurde abfiltriert, in heißer wässeriger schwefliger Säure gelöst, das Mangan aus dieser Lösung mittelst Dinatriumphosphat wieder ausgefällt und schließlich als Manganpyrophosphat zur Wägung gebracht. Der Sauerstoffüberschuß wurde mittelst Oxalsäure bestimmt. Die Analysen von Bradley gaben die aus folgender Tabelle ersichtlichen Resultate; die Ergebnisse der partiellen Analyse von Haigh sind in der letzten Kolumne zusammengestellt (s. nächste Seite oben).

Vernachlässigt man die geringe, aus vorstehenden Analysen ersichtliche Menge von Kieselsäure, so ergeben sich zwischen den Molekularverhältnissen folgende Beziehungen. Das Manganoxydul verhält sich zum überschüssigen Sauerstoff wie 0,709 : 0,374 oder wie 2,00 : 1,05; das Mangan

1) American Journal of Science 1894, **48**, 31.

2) Ebenda 1906, **21**, 453.

Tabelle 1.

	I.	II.	Mittel:	Molekular-verhältnis:	Analyse v. Haigh:
ZnO	37,41	37,70	37,56	0,461	37,1
MnO	50,29	50,39	50,34	0,709	45,9
O	5,99	5,99	5,99	0,374	5,9
CaO	Spur	Spur	Spur		
H_2O	4,37	4,36	4,36	0,242	4,7
SiO_2	2,69	2,70	2,69	0,044	2,0 Unlösliches
	100,75	101,14	100,94		
Mn_2O_3	55,95	56,06	56,00	0,354	

liegt in dem Mineral demnach offenbar als Sesquioxyd Mn_2O_3 vor. Diese Annahme stützt sich auf die Tatsache, daß das Mangan, obwohl es infolge des Sauerstoffüberschusses in Form eines höheren Oxydes vorhanden sein muß, nicht als Dioxyd vorhanden sein kann, da das Material beim Erhitzen im einseitig geschlossenen Glasröhrchen keine Sauerstoffentwicklung zeigt. Die Menge Mn_2O_3, die sich aus den gefundenen Werten für MnO ergibt, ist oben angegeben. Unter Berücksichtigung dieser Annahme ergibt sich das Molekularverhältnis $ZnO : Mn_2O_3 : H_2O = 0{,}461 : 0{,}354 : 0{,}242$ oder $1 : 0{,}76 : 0{,}52$. Unter Zugrundelegung dieser Werte würde man für das Mineral zu der Formel $3\,Mn_2O_3 . 4\,ZnO . 2\,H_2O$ gelangen.

Es dürfte aber unmöglich sein, die Gegenwart der Kieselsäure völlig zu vernachlässigen. Da dieselbe in löslicher Form vorhanden ist, muß sie in Gestalt eines bestimmten Mineralmoleküls anwesend sein. Weil der Hetärolith in seinem Vorkommen mit Calamin aufs innigste verknüpft ist, erscheint die Annahme berechtigt, daß die Kieselsäure als Bestandteil dieses Minerales vorhanden ist. Die physikalische Structur des untersuchten Materiales war eine derartige, daß diese Annahme sehr wahrscheinlich zu sein scheint. Unter der Voraussetzung, daß alle vorhandene Kieselsäure als ein Teil des Calamin betrachtet wird, ergibt sich, daß etwa zehn Prozent des analysierten Materiales aus diesem Mineral bestehen. Es soll nicht verkannt werden, daß dies ein bedeutender Anteil wäre, dessen Gegenwart der Entdeckung noch entgangen wäre, aber es wird angenommen, daß die faserige Structur des Hetäroliths wohl geeignet wäre, einen derartigen Anteil zu verschleiern. Die nachstehenden Berechnungen fußen auf der Annahme des Vorhandenseins von Calamin, wobei zur Bildung des Calaminmoleküls, $H_2O . 2\,ZnO . SiO_2$, entsprechende Mengen von Zinkoxyd und Wasser in Abzug gebracht worden sind.

Tabelle 2.

		Abzügl. d. Molek. $H_2O.2ZnO.SiO_2$:		Umgerechnet auf 100 %:	Molekularverhältnis:
ZnO	37,56	— 7,25 =	30,31	33,73	0,414 = 1,00
Mn_2O_3	56,00		56,33	62,32	0,394 = 0,95
H_2O	4,36	— 0,81 =	3,55	3,95	0,219 = 0,52
SiO_2	2,69	— 2,69			
	100,61		90,19	100,00	

Falls die obige Annahme richtig ist, so wird das Formelbild ganz klar: $2ZnO.2Mn_2O_3.H_2O$. Die dieser Formel entsprechende theoretische Zusammensetzung würde die folgende sein:

ZnO	32,78
Mn_2O_3	63,60
H_2O	3,62
	100,00

Nachstehend ist die von Schaller ausgeführte Analyse angegeben, auf welche sich Palache bezieht:

			Molekularverhältnis:	
ZnO	33,43	35,32	0,435	1,06
Mn_2O_3	60,44	63,85	0,405	1,00
Fe_2O_3	0,77	0,83	0,005	
SiO_2	1,71			
H_2O —	2,47			
H_2O +	1,42			
	100,24	100,00		

In der vorstehenden Berechnung ist die Kieselsäure völlig vernachlässigt worden und werden in der Originalabhandlung auch keinerlei Angaben bezüglich ihrer wahrscheinlichen Natur gemacht. Ebenso bleiben die 3,89 % Wasser als »jedenfalls in einer geringen Beimengung von Chalkophanit enthalten«[1], unberücksichtigt. Den Verff. erscheint es nicht angebracht, daß zum wenigsten das Wasser so einfach aus den Analysenresultaten ausscheidet. Mindestens dürfte die zitierte Deutung der wahrscheinlichen Ursache seiner Anwesenheit unhaltbar sein. Chalkophanit enthält theoretisch 12,5 % Wasser; infolgedessen müßte, falls die in obiger Analyse aufgeführten 3,89 % Wasser auf Rechnung einer Beimengung von Chalkophanit gesetzt werden sollten, nahezu ein Drittel des Analysenmateriales aus diesem Mineral bestanden haben. Ferner hätten über 9 % Mangandioyxd, welche aus dem Chalkophanitanteil entstammen, vorhanden sein müssen. Wird die

1) American Journal of Science 1910, 29, 180.

angegebene Wassermenge bei der Analysenberechnung mitberücksichtigt, so ergibt sich folgende Zusammensetzung und folgendes Molekularverhältnis:

ZnO	33,93	0,416		2,00
Mn_2O_3	61,34	0,388	0,392	1,88
Fe_2O_3	0,78	0,004		
H_2O	3,95	0,220		1,05

Die aus vorstehenden Berechnungen sich ableitende Formel ist die gleiche, wie die aus der Analyse des Vorkommens von Leadville sich ergebende. Es ist also sicher, daß die beiden Mineralvorkommen als chemisch von gleicher Zusammensetzung anzusehen sind. Herr Prof. Palache hatte die Freundlichkeit, uns zu Vergleichszwecken eine Stufe des Materiales von Sterling Hill zu übersenden, welches in allen physikalischen und optischen Eigenschaften mit dem Vorkommen von Leadville übereinstimmt. Die genaue Zusammensetzung des Minerales dürfte sich vielleicht nicht eher endgültig feststellen lassen, bis reineres Material analysiert worden ist. Auf Grund vorstehender Beweisführung ziehen es die Verff. jedoch vor, das Wasser als wesentlichen Anteil bei der Berechnung der Formel anzunehmen und letztere $2ZnO.2Mn_2O_3.H_2O$ zu schreiben.

Mineralogisches Laboratorium der Sheffield Scientific School
of Yale University, New Haven, Connecticut, 11. März 1913.

XIV. Pyroxmangit, ein neues Glied der Pyroxengruppe, und sein Zersetzungsprodukt: Skemmatit.

Von

W. E. Ford und **W. M. Bradley** in New Haven, Conn.

(Mit 2 Textfiguren.)

Übersetzt von W. Brendler.

Das im nachfolgenden zu beschreibende Mineral wurde vier und eine halbe Meile östlich von Iva, Anderson County, Süd-Carolina, von Herrn George Letchworth English aus Shelby, N. C., gefunden, der es dem Mineralogischen Laboratorium der Sheffield Scientific School freundlichst zur Untersuchung überließ.

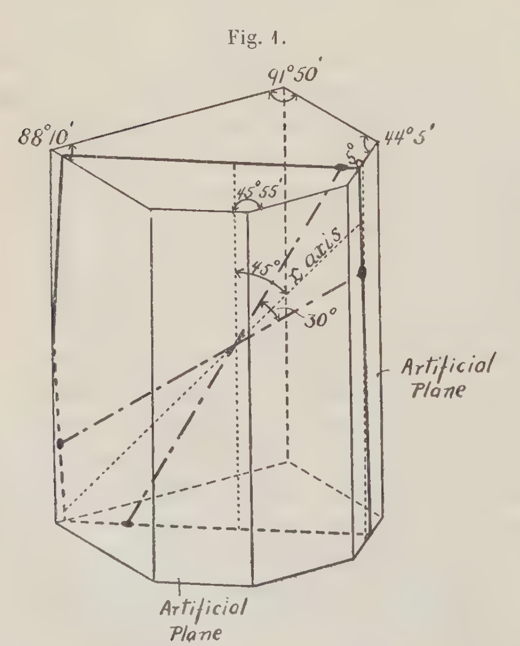
Bei der Voruntersuchung stellte sich heraus, daß es in der Hauptsache ein Silikat von Mangan und Eisenoxydul mit den allgemeinen Merkmalen eines Pyroxens war. Es wurde zunächst vermutet, daß es ein Schefferit sei; die weitere Untersuchung ergab jedoch, daß es von dieser Species völlig verschieden ist. Es unterscheidet sich vom Schefferit insofern, als es nur wenig Calciumoxyd, keine Magnesia, dafür aber einen viel höheren Prozentsatz an Eisen- und Manganoxyden enthält; weiterhin zeigen die krystallographischen und optischen Befunde, daß es triklin ist. Auf Grund der Analyse könnte es auch ein Rhodonit mit besonders hohem Eisengehalt sein, denn die unten angeführten Analysenwerte weichen von denen des von Weibull für Rhodonit von Vester-Silfberg angegebenen (Dana, System of Mineralogy, Analyse 9, Seite 380) nicht wesentlich ab. Jedoch stimmen die krystallographischen und optischen Eigenschaften der beiden Mineralien nicht überein, wie des weiteren gezeigt werden wird. Der Spaltungswinkel des Pyroxmangits weicht von dem des Rhodonits um etwa einen halben Grad ab. Die Auslöschungsschiefen der beiden Mineralien differieren um 10—13°. Der Axenwinkel des Pyroxmangits ist klein, und sein optischer Charakter positiv, während der Axenwinkel des Rhodonits zwischen 72 und 76° schwankt und letzterer optisch negativ ist. Das neue Mineral

weicht bezüglich seiner Zusammensetzung von jener des Babingtonits merklich ab. Wir schließen daraus, daß es ein neues Glied der Pyroxengruppe ist, das der triklinen Reihe angehört.

Es fand sich nur in Spaltungsstücken ohne irgendwelche Andeutungen von Krystallformen. Auf Grund des Charakters seiner Spaltbarkeit und seiner optischen Eigenschaften erwies es sich als triklin. Es zeigt zweierlei Spaltbarkeit; die eine derselben ist recht gut, während die andere ziemlich mangelhaft ist. Der Unterschied in der Güte der beiden Spaltbarkeiten ist sehr deutlich. Der Mittelwert einer Anzahl von Messungen ergab zwischen den beiden Spaltungsflächen einen Winkel von 91° 50′. Gelegentlich wurde eine abstumpfende Fläche beobachtet, welche bezüglich ihrer Lage der Krystallfläche *b* (010) entsprechen würde; der Winkel zwischen dieser Fläche und derjenigen der besseren Spaltbarkeit wurde zu 45° 14′ gemessen, woraus sich für den Winkel zwischen ihr und der mangelhafteren Spaltbarkeit ein Wert von 42° 46′ ergibt.

Die Härte ist $5\frac{1}{2}$ bis 6. Das specifische Gewicht wurde zu 3,80 bestimmt. Der Glanz ist Glasglanz, in Harzglanz geneigt; die Farbe ist bernsteingelb, gelblichbraun, rötlichbraun bis dunkelbraun, wobei die dunkleren Farbentöne vorherrschen. Das Mineral ist durchscheinend bis undurchsichtig. Es schmilzt bei etwa 3 der Schmelzbarkeitsskala zu einer schwarzen magnetischen Kugel; mit Glasflüssen zeigt es die Farbenreaktionen des Mangans. Es ist in Säuren unlöslich.

Fig. 1.



Für optische Untersuchungen und Messungen war das Mineral wenig geeignet; es ließen sich jedoch folgende Tatsachen feststellen: Es ist zweiaxig und optisch positiv. Ein in der Prismenzone geschnittener, orientierter Dünnschliff, welcher mit jeder der Spaltbarkeiten einen Winkel von 44° 5′ bildet (ein Schliff in der Nähe der Lage der abstumpfenden Fläche *b*{010}), zeigte einen Auslöschungswinkel von etwa 5°, gemessen von der Richtung der prismatischen Spaltbarkeit. Ein parallel der abstumpfenden Fläche *b* hergestellter Dünnschliff ergab eine den Spaltrichtungen praktisch parallele

Auslöschung. Die Axenebene steht zur abstumpfenden Fläche $b\{010\}$ senkrecht. Ein in der Prismenzone senkrecht zum ersten oben erwähnten Schnitt gelegter Schnitt, welcher mit den beiden Spaltungsrichtungen Winkel von $45^0 55'$ bildete, zeigte eine Auslöschungsschiefe von annähernd 45^0 mit der Spaltrichtung. Der Brechungsindex wurde an Splittern des Minerales nach der Immersionsmethode in Flüssigkeiten von hoher Lichtbrechung und Anwendung der Becke'schen Methode gemessen. Er liegt zwischen 1,75 und 1,76. Der Axenwinkel wurde unter dem Mikroskop mittelst des Becke-schen drehbaren Zeichentisches gemessen und angenähert zu $2V = 30^0$ bestimmt. Die vorstehenden Befunde sind in Fig. 1 graphisch dargestellt. Es ist begreiflich, daß, da das Fehlen von Krystallflächen eine genaue Orientierung der Spaltungsstücke unmöglich macht, die Lage der Auslöschungsrichtungen gerade umgekehrt ist wie in der Figur angegeben.

Das Mineral war immer an das Zusammenvorkommen mit einem schwarzen Eisen-Manganoxyd gebunden, dessen Beschreibung weiter unten erfolgen wird. Dieses Oxyd ist offenbar ein Umwandlungsprodukt. Das für die Analyse verwendete Material wurde von der reinsten Stufe gewählt. Es wurde gröblich gepulvert und die Bruchstücke durch Absieben auf gleiche Korngröße gebracht. Durch einen Vorversuch war festgestellt worden, daß das Silikat sogar bei Siedehitze durch Salzsäure nicht angegriffen wird, daß aber das schwarze Oxyd unter den gleichen Bedingungen völlig löslich war. Es wurde infolgedessen das gepulverte Material wiederholt mit verdünnter Salzsäure gekocht bis die abgegossene Säure keine Eisenreaction mehr gab. Die Körner des Pyroxmangits zeigten, nach dieser Behandlung unter der Lupe betrachtet, eine glänzende, nicht verätzte Oberfläche und ein gleichförmiges Aussehen.

Die bei der chemischen Analyse benutzte Methode war kurz die folgende: Das Wasser wurde nach dem direkten Verfahren von Penfield[1]) bestimmt; die Kieselsäurebestimmung erfolgte in der gewöhnlichen Weise. Die Sesquioxyde wurden vermittelst der basischen Acetatfällung abgeschieden, in Salpetersäure gelöst und mit Ammoniumhydroxyd erneut ausgefällt. Die Filtrate von der basischen Acetatfällung und von dem mit Ammoniumhydroxyd erhaltenen Niederschlag wurden getrennt eingedampft und alle weiteren sich dabei abscheidenden Niederschläge gesammelt. Das Mangan wurde in den vereinigten Filtraten vermittelst Bromwasser gefällt, mit einer starken wässerigen Lösung von schwefliger Säure wieder aufgenommen und durch Dinatriumphosphat nochmals ausgefällt. Das Calcium wurde im Filtrat von der ersten Manganfällung als Oxalat abgeschieden; Magnesium war nicht vorhanden. Die Gesamtmenge von Eisenoxyd und Tonerde wurde in der gewöhnlichen Weise bestimmt. Die qualitativen Proben ergaben,

1) American Journal of Science 1894, **48**, 31; Zeitschr. f. anorg. Chemie 1894, **6**, 30.

daß alles Eisen in der zweiwertigen Form vorlag. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der von Bradley ausgeführten Analyse zusammengestellt.

Tabelle 1.

	I.	II.	Mittel:	Mol.-Verh.:	In Abzug zu bringendes Mol.-Verh., entspr. $RO.Al_2O_3.SiO_2$:
SiO_2	47,17	47,11	47,14	0,78	— 0,023 = 0,757 = 1,00
MnO	20,72	20,55	20,63	0,29	
FeO	28,30	28,38	28,34	0,394	0,717 — 0,023 = 0,694 = 0,917
CaO	1,85	1,91	1,88	0,033	
Al_2O_3	2,50	2,26	2,38	0,023	— 0,023
H_2O	0,37	0,29	0,33		
	100,91	100,50	100,70		

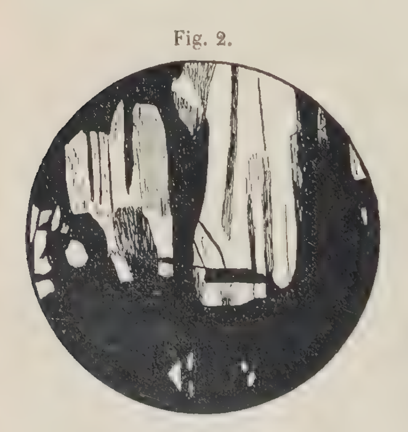
Die Analyse ergibt Molekularverhältnisse, welche mit dem angenommenen Typus der Pyroxenformel Übereinstimmung zeigen. Der geringe Wassergehalt wurde vernachlässigt; er rührt jedenfalls von beginnender Zersetzung her.

Vom Aluminium wurde angenommen, daß es in der Verbindung $SiO_2.Al_2O_3.RO$ vorliegt. Nach Subtraction der dieser Formel entsprechenden Beträge von Kieselsäureanhydrid und den Protoxyden reduciert sich das Molekularverhältnis von $SiO_2 : RO$ auf 1,00 : 0,917, was zur Formel des Metasilikates $RSiO_3$ führt.

Die neue Species wurde mit dem Namen »Pyroxmangit« belegt, um anzudeuten, daß es sich um ein manganhaltiges Glied der Pyroxengruppe handelt.

Wie oben bereits erwähnt wurde, kam zusammen mit dem Pyroxmangit immer ein schwarzes Oxyd von Eisen und Mangan vor. Dieses Oxyd ist zweifellos ein Umwandlungsprodukt. Es umgibt das frische, nicht umgewandelte Silikat und findet sich an der Außenseite der Mineralstufen. Obschon der Wechsel von der einen Substanz zur anderen auf einen kleinen Raum beschränkt ist, ist er nichtsdestoweniger ein allmählicher, da keine scharfe Trennungslinie zwischen den beiden Species vorhanden ist. Unter gewissen Umständen können hervorragende Spaltungs- und Trennungsflächen, welche offenbar entstanden waren, bevor die Umwandlung

Fig. 2.



erfolgte, ohne Unterbrechung von einem Mineral ins andere übergehend, verfolgt werden. Fig. 2 zeigt den Übergang, wie er am Dünnschliff unter dem Mikroskop sich darstellt. Die Umwandlung durchsetzt den Pyroxmangit zunächst längs der Spaltungsrisse. Der Beginn der Zersetzung macht sich durch ein Dunklerwerden der Färbung des Silikates nach Braun hin bemerkbar, welche allmählich immer stärker wird, bis die Substanz schließlich schwarz und undurchsichtig geworden ist.

Dieses Oxyd zeigt metallartigen Glanz und gibt einen dunkelschokoladenbraunen Strich. Es ist etwa bei 4 der Schmelzbarkeitsskala zu einer schwarzen magnetischen Schlacke schmelzbar. Seine Härte liegt zwischen 5,5 und 6,0. Beim Erhitzen im einseitig geschlossenen Glasröhrchen gibt es reichlich Wasser ab und zeigt auch Sauerstoffentwicklung. In der Borax- und Phosphorsalzperle gibt es Manganreaktion. In Salzsäure löst es sich unter Chlorentwicklung leicht auf.

Der Gang der chemischen Analyse war folgender. Das Mineral wurde zunächst zerrieben und in Salzsäure gelöst; das Gewicht des dabei verbleibenden unlöslichen Rückstandes wurde von der Menge der angewandten Substanz in Abzug gebracht. Die Sesquioxyde wurden vermittelst der basischen Acetatfällung abgeschieden und in gewöhnlicher Weise zur Wägung gebracht. Das Mangan wurde in derselben Weise bestimmt, wie oben beim Pyroxmangit angegeben. Der überschüssige Sauerstoff wurde mittelst der Oxalsäuremethode in dem Manganoxyd bestimmt. Es ergab sich, daß alles vorhandene Eisen in der Ferriform vorlag. Die Wasserbestimmung erfolgte nach der direkten Methode von Penfield.

Die von Bradley ausgeführte Analyse lieferte folgende Werte:

Tabelle 2.

	I.	II.	Mittelwerte:
MnO	31,71	31,96	31,84
O	6,50	6,56	6,53
Fe_2O_3	43,67	44,24	43,95
Al_2O_3	2,43	1,49	1,96
H_2O	15,57	15,55	15,56
	99,92	99,76	99,84

Das Verhältnis von Manganoxyd zu dem Sauerstoffüberschuß ist 0,448 : 0,408 oder 1 : 0,910. Dies weist darauf hin, daß das Manganoxyd fast vollkommen in Form von Dioxyd, MnO_2, vorhanden sein muß. In der nachfolgenden Berechnung wurde angenommen, daß die Summe der Prozentgehalte an Manganoxyd und überschüssigem Sauerstoff den Prozentgehalt an Mangandioxyd darstellt. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet ergibt die Analyse folgendes Bild:

Tabelle 3.

	Analysen-mittelwerte:	Molekular-Verhältnis:			Theoretische Zusammensetzung:
MnO_2	38,36	0,441	oder 1,48	oder 3,00	37,88
Fe_2O_3	43,95 }	0,298	1,00	2,00	46,44
Al_2O_3	1,96 }				
H_2O	15,57	0,865	2,90	6,00	15,68
	99,83				100,00

Von den vorstehenden Molekularverhältnissen leitet sich die Formel $3MnO_2 . 2Fe_2O_3 . 6H_2O$ ab, welche die Zusammensetzung des Minerales genau zum Ausdruck bringt. Die dieser Formel entsprechende prozentuale Zusammensetzung ist in vorstehender Tabelle 3 in der letzten Spalte angegeben und stimmt mit den Ergebnissen der Analyse genau überein.

Obwohl in der Literatur bisher viele Oxyde des Mangans beschrieben worden sind, so stimmt doch nicht eines derselben bezüglich seiner Zusammensetzung mit vorstehendem Mineral überein. Kürzlich wurden zwei neue Manganoxyde aus Vorderindien: Vredenburgit, $3Mn_3O_4 . 2Fe_2O_3$, und Sitaparit, $9Mn_2O_3 . 4Fe_2O_3 . MnO . 3CaO$, von Fermor[1]) beschrieben. Dieselben enthalten beträchtliche Mengen Ferrioxyd, stimmen aber in anderer Hinsicht mit unserem Mineral nicht überein. Letzteres ist infolgedessen, falls man es als besondere Species ansieht, als neues Mineral zu betrachten. Es erhebt sich dabei die schwierige Frage: Soll ein Mineral, welches so offensichtlich ein Umwandlungsprodukt ist und das keinerlei Krystallform zeigt, eines besonderen Namens für würdig erachtet werden? Die nahe Übereinstimmung der Analyse mit der vorgeschlagenen Formel wäre ein Argument zugunsten der Annahme einer besonderen Species; es könnte eine derartige Übereinstimmung aber doch auch recht wohl eine zufällige sein. Weitere Analysen von Material, das von demselben Fundort, oder noch besser von einem anderen Vorkommen, stammt, würden zur Lösung dieser Frage wesentlich beitragen. Damit jedoch die vorstehende Beschreibung und Analyse bei irgend einer zukünftigen Untersuchung über ähnliche Mineralien nicht übersehen werde, sei für das Material der Name »Skemmatit«, von *σκεμμα*, »eine Frage«, in Vorschlag gebracht.

Mineralogisches Laboratorium der Sheffield Scientific School of Yale University, New Haven, Connecticut, 15. Mai 1913.

---

1) Mem. Geol. Survey of India 1909, 37; Ausz. diese Zeitschr. **50**, 269.

XV. Über einen Apparat zur Demonstration des direkten Polymorphismus und der secundären Zwillinge.

Von

F. Wallerant in Paris.

Übersetzt von K. Stöckl.

(Mit 3 Textfiguren.)

In Nr. 14 des Centralblattes f. Min. usw. v. J. 1912 beschrieb O. Mügge ein sehr geistreich erfundenes Modell, welches die Natur der Deformation zeigt, die das Netz bei der Bildung von secundären Zwillingen erleidet. Er benutzt ein triklines Parallelepiped aus Holz, dessen eine Hälfte von Lamellen gebildet wird, die zu einer der Grundflächen parallel sind: Läßt man dieselben aufeinander gleiten, so kann man die obere Hälfte in eine Lage bringen, welche zur unteren symmetrisch ist. Von dem wichtigsten Teile aber, von der Materie, welche diese Masche ausfüllt, ist nicht die Rede; es ist ja auch ohne Modell sehr leicht, die Deformation des Netzes zu begreifen. E. A. Wülfing schlägt in Nr. 1 derselben Zeitschrift v. J. 1913 ein anderes Modell vor, welches sich aus kleinen Parallelepipeden, die aufeinander passen, zusammensetzt. In ihrer Gesamtheit bilden sie ein ähnliches Parallelepiped. Diese sollen die Elemente darstellen, welche den Krystall bilden. Diese besondere Form, welche den Elementen gegeben wurde, gestattet, sie in eine symmetrische Lage zu bringen; man erhält jedoch leicht eine falsche Vorstellung von dem Aufbau des Krystalles; und gerade das hätte vor allem vermieden werden müssen. Durch Pellin ließ ich deshalb einen neuen Demonstrationsapparat bauen, welcher sich auf die theoretischen Ansichten stützt, die ich i. J. 1904 im Bulletin de la Soc. franç. de Mineralogie (Ausz. d. Zeitschr. **42**, 106) und in dem Werke »Krystallographie« entwickelte. Das Modell zeigt gleichzeitig, wie sich die secundären Zwillinge bilden und wie ein Krystall bei einer

direkten polymorphen Umwandlung eine Symmetrieebene oder eine binäre Axe erhalten kann.

Ein monoklines Prisma enthält eine feste Ebene h^1, nämlich BB′DD′, welche von einem Fuße getragen wird. Zwei Kanten, AA′, CC′, von constanter Länge gehen mit geringer Reibung in zwei Führungen, welche von dem gleichen Fuße getragen werden.

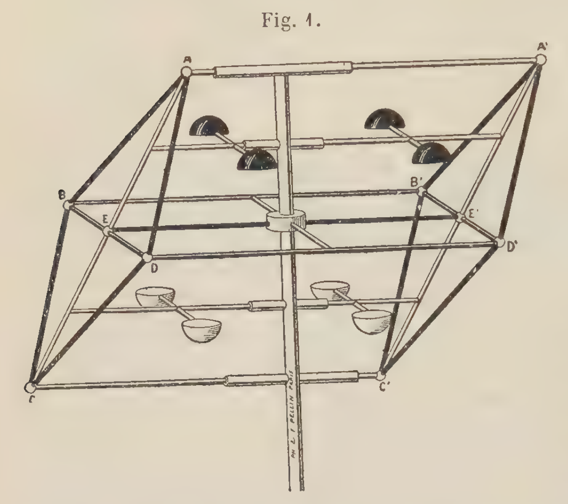


Fig. 1.

Die Basiskanten, wie AB, AD, CB, CD usw., sind von veränderlicher Länge; sie bestehen aus einer Röhre, in welche ein massiver Stab hineinragt; gegen diesen drückt eine Springfeder, welche im Innern der Röhre befestigt ist. Diese Basiskanten können sich um ihre Eckpunkte drehen, ebenso wie die Diagonalen AE, CE, A′E′, C′E′. Endlich können sich zwei Stäbe in Führungen am Fuße gleichmäßig verschieben; ihre Enden stützen sich an die Diagonalen. Diese Stäbe tragen Halbkugeln, welche die Moleküle darstellen; sie sind teils weiß, teils schwarz und können als gegenseitig symmetrisch angesehen werden. Wenn man die Kante AA′ beispielsweise verschiebt, so nehmen die Diagonalen AE, A′E′ den Stab, welcher die Moleküle trägt, mit; diese erfahren also eine Verschiebung, welche zu ihrem Abstand von der Ebene BB′DD′ proportional ist.

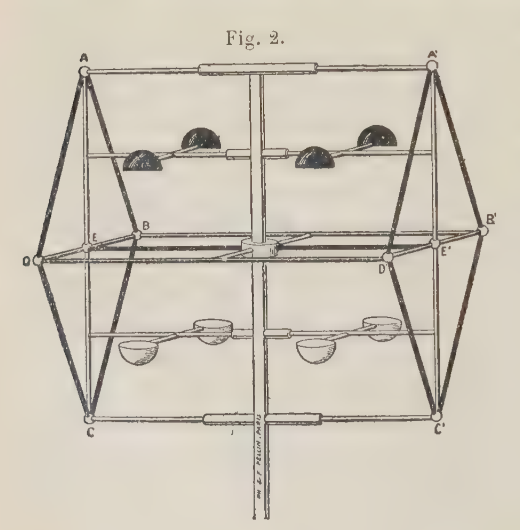
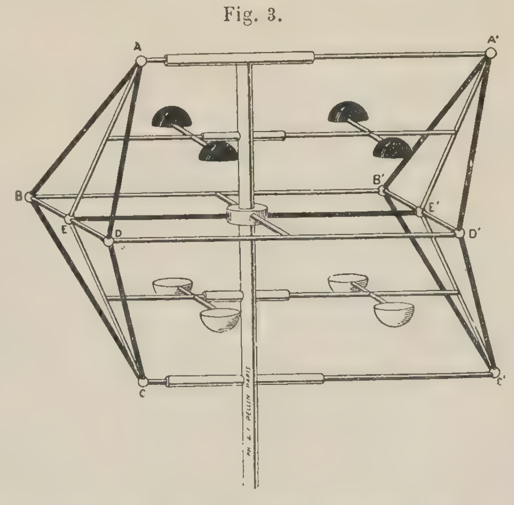


Fig. 2.

Nun aber weiß man folgendes: Wenn eine Zwillingsebene eine angenäherte Symmetrieebene ist, so kann man fast immer durch Änderung der Temperatur den Krystall in einen anderen überführen, für welchen die Zwillingsebene eine Symmetrieebene wird. Von diesem Krystall, welcher eine Symmetrieebene besitzen möge, die Ebene BB′DD′ (Fig. 2), gehen wir aus:

Gleichgültig, welche Theorie über die Krystallstructur angenommen wird, muß man voraussetzen, daß die symmetrischen Moleküle zu zweien symmetrisch in bezug auf die Ebene BB DD′ angeordnet sind; mit anderen Worten: die Punktreihen, welche die Schwerpunkte dieser symmetrischen Moleküle verbinden, stehen senkrecht auf der Ebene; ihr Mittelpunkt befindet sich in dieser Ebene wie in Fig. 2. Durch Änderung der Temperatur erfährt der Krystall eine Umbildung in einen anderen Krystall, und zwar so, daß eine Fläche eine Fläche, eine Punktreihe eine Punktreihe bleibt, daß aber die Symmetrieebene verschwunden ist, wie in Fig. 1. Im Modell geht man aus der Lage 2 in die Lage 1 dadurch über, daß man die untere Kante nach links, die obere Kante nach rechts verschiebt. Nun sind aber alle Punktreihen, welche vor der Umbildung zur Symmetrieebene senkrecht waren, auch nach der Umbildung noch zueinander parallel. Also sind die Punktreihen, welche die Schwerpunkte von zwei symmetrischen Molekülen verbinden, nach der Umbildung zur Geraden AC parallel. Sie haben ihren Mittelpunkt in der Ebene BB′DD′, welche demnach eine Mittelebene ist. Nun nehmen wir an — und das ist die einzige Hypothese, welche wir machen müssen, daß die Moleküle, welche vor der Umbildung symmetrisch orientiert waren, dies auch nachher sind.

Fig. 3.



Um einen Zwilling durch eine mechanische Operation zu erhalten, wird es genügen, wenn man einen Teil des Krystalles eine Verschiebung ausführen läßt, welche doppelt so groß ist als jene bei der polymorphen Umbildung, und zwar im entgegengesetzten Sinne, d. h. wenn man am Modell die untere Kante nach rechts verschiebt, so bringt man die untere Hälfte des Modells in eine zur oberen Hälfte symmetrische Lage (Fig. 3); man hat dann die Darstellung eines secundären Zwillings der zweiten Art, d. h. eines solchen, wo die Krystalle symmetrisch in bezug auf eine Ebene sind.

Damit eine Ebene BB′DD′ eines Krystalles (Fig. 1) eine secundäre Zwillingsebene sein kann, ist die Bedingung notwendig und hinreichend, daß diese Ebene eine Mittelebene des Krystalles sei, d. h. daß die symmetrisch orientierten Moleküle derart verteilt seien, daß die Geraden, welche ihre Schwerpunkte verbinden, parallel seien und daß deren Mittelpunkte in der Ebene BB′DD′ liegen.

Das ist in gleicher Weise die Bedingung dafür, daß diese Ebene eine Symmetrieebene bei einer direkten Umbildung werden kann.

Dieses gleiche Modell kann zur Erklärung der Bildung secundärer Zwillinge der ersten Art dienen, d. h. von solchen, bei denen die beiden Krystalle in bezug auf eine Gerade symmetrisch sind. Die Halbkugeln, welche die Moleküle darstellen, können tatsächlich so verschoben werden wie in Fig. 2, daß diese Moleküle symmetrisch in bezug auf die Gerade EE′ sind, d. h. daß zwei Moleküle der nämlichen Art, um 180° gegeneinander orientiert, so angeordnet sind, daß die Gerade, welche ihre Schwerpunkte verbindet, zur Ebene ABCD parallel ist und daß ihr Mittelpunkt auf der Geraden EE′ liegt. Im umgebildeten Krystall sind diese Geraden noch parallel zur nämlichen Ebene; aber diese ist nicht mehr senkrecht zur Geraden EE′, welche eine Drehungsaxe geworden ist. Wenn bei der Deformation die Moleküle in bezug auf EE′ symmetrisch orientiert geblieben sind, so wird es genügen, einem Teile des Krystalles eine Verschiebung zu geben, die noch einmal so groß ist als jene, welche sie bei der Deformation erfuhr, um sie in eine Lage zu bringen, welche in bezug auf die Gerade EE′ symmetrisch ist. Man sieht demnach leicht die Bedingung dafür ein, daß eine Punktreihe eines Krystalles eine secundäre Zwillingsaxe erster Art sein kann, und daß sie geeignet ist, eine binäre Axe bei einer direkten polymorphen Umwandlung zu werden.

Man kann geneigt sein, gegen diesen Apparat einzuwenden, daß er nur einen bestimmten Deformationsfall darstellt; insoweit diese Bemerkung das Netz betrifft, ist das allerdings richtig, weil das Parallelepiped ein monoklines Prisma ist; nichtsdestoweniger kann man eine allgemeine Deformation damit ausführen, wenn man das Prisma nicht als eine Masche des Netzes auffaßt, sondern sich dasselbe von den Deformationselementen gebildet denkt. Bei einer Deformation zweiter Art ist die Gleitebene eine Ebene BB′DD′, welche eine Netzebene ist; die Hauptpunktreihe ist die Gerade AC; die zweite Ebene mit Nulldeformation ist die Ebene ABCD, welche keine Netzebene sein kann. Bei einer Deformation erster Art ist die Ebene BB′DD′ auch noch die Gleitebene, aber es kann auch eine beliebige Ebene sein; die Punktreihe EE′ ist die Gleitkante und die Ebene ABCD, welche eine Netzebene ist, ist die zweite Ebene mit Nulldeformation.

Soweit die Zwillinge in Betracht kommen, ist demnach das Problem in seiner ganzen Allgemeinheit gelöst, während die früheren Erklärungsversuche sich nur auf bestimmte Fälle anwenden ließen. So nahmen verschiedene Autoren an, daß das Krystallpartikelchen — Molekül oder Molekülgruppe — sich um 180° um die Normale zur Zwillingsebene dreht, um in eine symmetrische Orientierung zu kommen. Aber diese Hypothese nimmt an, daß das Teilchen ein Symmetriecentrum besitzt, eine Bedingung, die notwendig ist, damit eine Drehung dasselbe in eine symmetrische Orien-

tierung bringt. Nun sind aber bei den Tartraten Zwillinge beobachtet worden, welche nicht centriert sind; die Erklärung muß also zurückgewiesen werden.

Was den direkten Polymorphismus angeht, so sieht man, wie einfach die vorstehende Theorie ist und wie sie mit den Tatsachen übereinstimmt; sie zieht nur beobachtbare und meßbare Deformationen in Betracht. Man soll ihr nicht zum Vorwurf machen, daß sie nur das Auftreten der binären Axen und der Symmetrieebenen vorsieht, denn das sind tatsächlich die einzigen Symetrieelemente, welche reell auftreten: die neuen ternären oder quaternären Axen resultieren von dem Auftreten von Symmetrieebenen oder binären Axen, welche unter sich Winkel von 60° oder 45° machen. Im Gegenteil ist in der Theorie von Mallard kein Hinweis auf die Deformationen, welche der Krystall bei der Transformation erfährt. Dieser Autor läßt nur sehr complicierte Rotationen, welche noch dazu durchaus hypothetisch sind, ausführen, Rotationen, von denen wir nichts wissen, ja, von denen wir gar keine Ahnung haben.

XVI. Eine Art Lichtinterferenz in gefärbten Krystallen.

Von

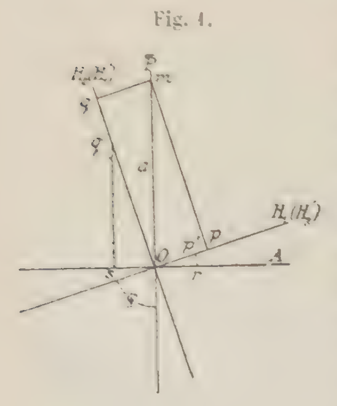
G. Wulff in Moskau.

(Mit 2 Textfiguren.)

Es seien zwei verschieden gefärbte und sonst gleiche, doppeltbrechende Krystalle oder sogar verschieden gefärbte Teile von einem und demselben Krystalle gegeben. Aus solchen Krystallen oder Krystallteilen schleifen wir zwei identisch orientierte Platten von gleicher Dicke, legen diese Platten übereinander in der Subtractionslage und untersuchen sie im parallelen polarisierten Lichte zwischen gekreuzten Nicols. Da die Platten in bezug auf Doppelbrechung ganz gleich sind, so sollten sie die Dunkelheit des Sehfeldes nicht aufheben, wenn die Absorption des Lichtes in den beiden Platten dieselbe wäre; da aber die Platten eben in dieser Beziehung verschieden sind, so wird die Intensität des Lichtes im Sehfelde von Null verschieden sein.

Wir wollen diesen Fall näher untersuchen, und zwar zuerst bei der Voraussetzung eines monochromatischen Lichtes.

Fig. 1.



Es seien OA und OP die aufeinander senkrechten Schwingungsrichtungen des Polarisators und des Analysators, OH_1 und OH_2 die beiden Schwingungsrichtungen in der ersten Platte, $O(H'_1)$ und $O(H'_2)$ diejenigen in der zweiten Platte, die kreuzweise mit den ersteren zusammenfallen. Es sei ferner φ der Winkel zwischen OP und OH_1 bzw. $O(H'_2)$ und a die Amplitude Om der Schwingung im Polarisator. Indem wir die aus dem Polarisator austretende Schwingung nach den Richtungen OH_1 und OH_2 zerlegen, bekommen wir die Componenten der anfänglichen Amplitude:

$$Op = a \cos \varphi,$$
$$Oq = a \sin \varphi.$$

Diese Amplituden werden wegen des vorausgesetzten Pleochroismus in der ersten Platte verschieden geschwächt, und können durch $k_1 a \cos \varphi$ und $k_2 a \sin \varphi$ dargestellt werden, wo die Coëfficienten k_1 und k_2 echte Brüche sind. Die mit diesen Amplituden die zweite Platte durchsetzenden Schwingungen werden weiter ungleich geschwächt, sodaß die Amplituden der beiden die zweite Platte verlassenden und nach $O(H'_2)$ und $O(H'_1)$ gerichteten Schwingungen

$$Op' = k'_2 k_1 a \cos \varphi,$$
$$Oq' = k'_1 k_2 a \sin \varphi$$

werden. Von diesen beiden Amplituden müssen die Componenten nach der Schwingungsrichtung im Analysator genommen werden:

$$Or = k'_2 k_1 a \cos \varphi \sin \varphi,$$
$$Os = k'_1 k_2 a \sin \varphi \cos \varphi.$$

Da die beiden Platten in bezug auf die Doppelbrechung identisch sind und in der Subtractionslage sich befinden, so ist die beim Durchgange durch die beiden Platten entstandene Phasendifferenz der beiden Schwingungen nach $O(H'_1)$ und $O(H'_2)$ gleich Null, und es sind nur die Amplituden der Schwingungen für die endgültige Intensität des Lichtes maßgebend. Die endgültige Amplitude ist gleich der Differenz

$$Or' - Os' = (k'_2 k_1 - k'_1 k_2) a \sin \varphi \cos \varphi$$

oder

$$Or' - Os' = \frac{a}{2}(k'_2 k_1 - k'_1 k_2) \sin 2\varphi.$$

Die Intensität J des Lichtes im Analysator ist gleich dem Quadrate dieser Amplitude:

$$J = \frac{a^2}{4}(k'_2 k_1 - k'_1 k_2)^2 \sin^2 2\varphi,$$

sie ist von Null verschieden, falls k'_1 von k_1 und k'_2 von k_2 verschieden sind.

Wir bekommen also Dunkelheit im Sehfelde nur, wenn der Winkel φ gleich 0°, 90°, 180° und 270° wird. Die Intensität erreicht die maximale Größe, wenn φ gleich 45°, 135°, 225° und 315° wird. Es verhält sich also die Combination beider Platten wie eine einzige doppeltbrechende Krystallplatte.

Wenn wir statt des monochromatischen weißen Licht benutzen, so bekommen wir für die Intensität des Lichtes den Ausdruck:

$$I = \tfrac{1}{4} \sin^2 \varphi \sum a^2 (k'_2 k_1 - k'_1 k_2)^2$$

wo die Summation auf alle Spectralfarben ausgedehnt ist.

Für die Erscheinung ist es sehr eigentümlich, daß die Farbe des durch den Analysator durchgelassenen Lichtes der Farbe desjenigen Lichtes gleich

ist, das in den Platten absorbiert wird. Das wird von selbst begreiflich, wenn wir beachten, daß das übrigbleibende Licht denjenigen Rest darstellt, der von dem in den Platten absorbierten Teile des Lichtes bei der Interferenz vernichtet sein sollte, wenn die Platten in bezug auf Pleochroismus identisch wären.

Die Intensität I ist im allgemeinen sehr klein und kann leicht der Beobachtung entgehen, doch kann sie durch Steigerung der Intensität des einfallenden Lichtes beliebig vergrößert werden.

Man kann die oben beschriebene Erscheinung nachweisen, indem man zwei Hälften eines Glimmerblättchens in der Subtractionslage aufeinandergelegt und am Mikroskop im parallel polarisierten Lichte beobachtet. Es erweist sich, daß die Glimmerblättchen in bezug auf den Pleochroismus sehr inhomogen sein können. Man kann solche Stellen der beiden Blättchen auffinden, daß das ganze Sehfeld mosaikartig aus in verschiedenen Farben polarisierenden, voneinander scharf abgegrenzten Krystallplättchen zusammengesetzt erscheint. Wenn man eine passend starke Beleuchtung anwendet, z. B. einer 5-Ampère-Bogenlampe, so wird die Erscheinung der Interferenz in einem gewöhnlichen Aggregate doppeltbrechender Krystalle täuschend ähnlich. Die Grenzen der anliegenden farbigen Felder verschieben sich, wenn man die obere Platte sich selbst parallel verschiebt, weil die gegenseitige Lage der pleochroitischen Felder der beiden Platten dabei geändert wird.

Die ganze Erscheinung ist sehr empfindlich. Ich konnte sie auf den gekreuzten Hälften eines Glimmerblättchens von $\frac{2}{3}\lambda$ Gangunterschied der beiden Strahlen sehr schön beobachten. Die Interferenzfarben, die ich durch die Combination beider Blätter beobachtete, waren rot, gelbgrün und graublau. Die Felder waren geradlinig, aber unregelmäßig gegeneinander begrenzt. Der von mir zu den Beobachtungen benutzte Glimmer war von unbekanntem Fundorte, zweiter Art, und sein scheinbarer optischer Axenwinkel betrug 74°.

Fig. 2.



Die beigegebene photographische Aufnahme (Fig. 2) stellt die Erscheinung im monochromatischen Natriumlichte dar. Die lineare Vergrößerung beträgt 30. Auf der Aufnahme sind außer

den pleochroitisch verschiedenen, mehr oder weniger geradlinig getrennten Feldern noch die Newton'schen Ringe sichtbar, welche in der dünnen Luftlamelle zwischen den beiden Platten entstehen. Die nähere Betrachtung dieser Ringe zeigt, daß die Dicke der benachbarten Felder des Glimmers, die in bezug auf Pleochroismus verschieden sind, ebenfalls verschieden ist, da an der Grenze solcher Felder die Ringe nicht stetig ineinander übergehen.

Die Felder entsprechen wahrscheinlich den durch das Spalten verursachten stufenförmigen Unebenheiten der Blättchen. Da die Doppelbrechung proportional der Dicke wächst, die Absorption aber eine exponentielle Funktion der Dicke ist, so kann der Unterschied in der Dicke der Felder, welcher von der Größe weniger Lichtwellenlängen ist, nur den merklichen Unterschied in dem Absorptionsgrade der beiden Blättchen bedingen, und nicht in der relativen Größe der Doppelbrechung derselben.

Die beschriebenen Erscheinungen und zwar in der Form, wie sie sich am Glimmer beobachten lassen, erinnern sehr an die optischen Eigenschaften der sogenannten flüssigen Krystalle von Paraazoxyphenetol und von Paraazoxyanisol. Die beiden Substanzen sind bekanntlich auch im hohen Grade pleochroitisch.

Krystallographisches Laboratorium der Moskauer städtischen
Schaniawski-Universität.

XVII. Krystallographische Untersuchung symmetrischer, zweibasischer, aliphatischer Säuren.

I. Teil.

Von

Julien Drugman in Oxford.

(Mit 11 Textfiguren.)

Diese Untersuchung wurde auf Veranlassung von Herrn P. v. Groth im mineralogischen Laboratorium in München angefangen und in Oxford fortgesetzt. Sie hat den Zweck, die krystallographische Beschreibung der einfacheren Dicarbonsäuren vom Malonsäure- und Glutarsäuretypus systematisch auszuführen, um daraus eine Vergleichung ihrer Krystallstructuren zu ermöglichen, denn nur durch Ausfüllen von Lücken in den vorhandenen Angaben wird man dies mit Nutzen tun können!

Bis jetzt sind diese Säuren nur sehr lückenhaft krystallographisch beschrieben worden, und sogar bei den gemessenen sind die Angaben nicht immer ganz sicher. Die Malonsäure z. B. ist bereits von zwei Seiten untersucht worden, die beiden Resultate stimmen aber, wie bei der Literaturangabe auf S. 230 im 3. Bande von Groth's Chemischer Krystallographie bemerkt wird[1]), nicht miteinander überein. Von den symmetrischen Substitutionsprodukten der Malonsäure ist nur die Diallylmalonsäure beschrieben worden, nicht aber die leicht zugänglichen Diaethyl- und Dimethylmalonsäuren.

Eine symmetrische *n*-Pimelinsäure ist von V. v. Lang beschrieben worden, es lag aber ein Zweifel vor, ob diese Substanz mit der von Einhorn und Ehret dargestellten Säure, die jedenfalls die normale Pimelinsäure war, identisch sei.

Im vorliegenden I. Teil der Arbeit ist der Versuch gemacht worden, solche Unklarheiten zu beseitigen und wenigstens die zugänglichsten Anfangsglieder der Reihe mit genügender Genauigkeit zu bestimmen, damit

---

1) P. Groth, Chem. Krystallographie **3**, Lit.-Ang. (6), 230.

später, durch Vergleich mit einfachen Substitutionsprodukten und Salzen, die Krystallstructur der ganzen Reihe einer systematischen Kritik unterworfen werden kann.

In diesem Teil werden folgende Säuren untersucht:

Malonsäure $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CO.OH\\CO.OH\end{matrix}$ Glutarsäure $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CH_2-CO.OH\\CH_2-CO.OH\end{matrix}$

Dimethylmalonsäure $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CO.OH\\CO.OH\end{matrix}$

$\beta\beta$-Dimethylglutarsäure $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CH_2.CO.OH\\CH_2.CO.OH\end{matrix}$

Diäthylmalonsäure $\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CO.OH\\CO.OH\end{matrix}$

$\alpha\alpha'$-Dioxy-$\alpha\alpha'$-Dimethylglutarsäure $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}\begin{matrix}CH_3\end{matrix}\!\!>C(OH)-CO.OH\\ \begin{matrix}CH_3\end{matrix}\!\!>C(OH)-CO.OH\end{matrix}$

n-Pimelinsäure $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CH_2.CH_2.CO.OH\\CH_2.CH_2.CO.OH\end{matrix}$

γ-Methyl-n-Pimelinsäure $CH_3.C\!\begin{matrix}\diagup CH_2.CH_2.CO.OH\\-H\\ \diagdown CH_2.CH_2.CO.OH\end{matrix}$

Die Formeln werden in vorstehender Weise geschrieben, um den symmetrischen Bau der chemischen Moleküle hervorzuheben; denn es ist hier besonders die Absicht, den Einfluß dieses symmetrischen Baues auf die Krystallform zu untersuchen.

Diese Arbeit wurde sehr verzögert durch die Schwierigkeit, gut meßbare Krystalle zu erhalten. Alle diese Säuren bilden sehr leicht syrupöse übersättigte Lösungen, aus denen sehr unvollkommene, oft ganz gerundete Krystalle erhalten werden. Vielleicht ist auch die Beimischung von Spuren von Verunreinigungen daran Schuld, daß Krystalle mit guten, ebenen Flächen nur selten erhalten werden. Endlich ziehen mehrere von diesen Säuren, so z. B. die Malonsäure selbst, sehr schnell Feuchtigkeit aus der Luft an und werden dabei in kurzer Zeit ganz unmeßbar. Man muß dann warten, bis die Witterungsverhältnisse zum Messen günstig sind, was in dem Klima von Oxford nur selten vorkommt.

Von den Salzen sind in diesem Teile nur wenige beschrieben worden. Ihre systematische Untersuchung wird in der nächsten Zeit ausgeführt werden.

Neue Symbole	$\underline{a = \{100\}}$	$b = \{010\}$	$\underline{c = \{001\}}$	$o = \{111\}$	$\omega = \{11\bar{1}\}$	$m = \{110\}$	$\mu = \{1\bar{1}0\}$	$p = \{1\bar{1}\bar{1}\}$	$\sigma = \{\bar{2}01\}$	$\zeta = \{\bar{1}31\}$
Kopp . .	$\underline{P = \{111\}}$	$oP = \{001\}$	»unbestimmbar«		$\infty' P = \{\bar{1}10\}$	$\infty P' = \{110\}$	neue Formen			
Haushofer .	$\underline{o = \{1\bar{1}\bar{1}\}}$	$c = \{001\}$	$s = \{\bar{2}\bar{5}0\}$	$b = \{010\}$	$?q = \{110\}$	$p = \{1\bar{1}0\}$				

Malonsäure $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} CO.OH \\ CO.OH \end{matrix}$

Triklin.

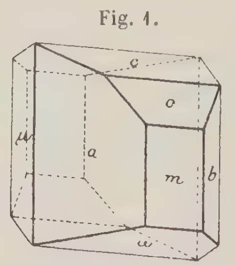
Diese Säure wurde zuerst von Kopp[1]) an wenigen unvollständigen Krystallen gemessen. Später wurde sie von Haushofer[2]), der selbst flächenreichere Krystalle züchtete, von neuem untersucht. Die beiden Angaben stimmen aber miteinander nicht überein, und die von Haushofer gemessenen Winkel stimmen wenig gut mit seinen berechneten Werten.

Die Säure wurde aus nur wenig übersättigter warmer Lösung umkrystallisiert und in Krystallen erhalten, die denen von Haushofer ganz ähnlich aussahen. Eine auf Grund der Messungen ausgeführte Projection konnte aber nicht mit der nach Haushofer's Elementen construierten zur Deckung gebracht werden. Es wurde dann bemerkt, daß bei Haushofer die gegenseitige Lage zweier Zonen verwechselt worden war, was bei triklinen Krystallen allerdings leicht geschehen kann, wenn nicht sehr aufgepaßt wird. Es sind daher die von Haushofer berechneten Werte unrichtig, trotzdem daß die einzelnen Winkelmessungen mit den neuen gut stimmen.

Da die bis jetzt angenommenen Werte doch nicht bestehen bleiben können, schien es mir passend, auch die Aufstellung zu ändern, um den wichtigeren Flächen und besonders den Spaltflächen einfachere Indices zu geben. Nebenstehende Zusammenstellung gibt die Flächenindices für die alte und die neue Aufstellung (Spaltungsebenen sind unterstrichen).

Haushofer gibt auch die Form $a = (100)$ an, die aber mit keiner, die ich beobachtet habe, sich decken läßt.

Fig. 1.



Wie man schon aus der Fig. 1 ersieht, hätte man auch eine andere Aufstellung nehmen können, wobei $m\{110\}$ die neue Polfläche eines hypotetragonalen Complexes sein würde. Hier würde man aber weniger einfache Indices haben, und besonders ist dies für die Spaltungsflächen der Fall.

Davon sieht aber E. v. Fedorow ab, indem er, wie er mir in sehr freundlicher Weise mit-

1) Kopp (bei Finkenstein), Ann. Chem. 1865, **133**, 350—351.
2) Haushofer, diese Zeitschr. 1880, **4**, 580.

geteilt hat, diese Fläche als richtige Polfläche ansieht. Er gibt folgendes Complexsymbol für die Malonsäure: $\underset{2}{\overset{4d;}{72}}\;;\;\overset{+5\quad 3}{+40}$, und die Transformationsdeterminante, um die hier angegebene Aufstellung in die seinige zu transformieren ist $\begin{vmatrix}\bar{1}1\bar{2}\\ 1\bar{1}\bar{2}\\ 312\end{vmatrix}$. Die Spaltungsrichtungen erhalten aber hier ganz complicierte Indices.

Folgende Formen sind immer vorhanden: $\{100\}\{001\}\{010\}\{110\}\{\bar{1}\bar{1}1\}$; $\{111\}$ fehlt nur selten, während $\{1\bar{1}0\}$ nur hier und da erscheint.

Einige Male wurden auch $\{1\bar{1}1\}$ $\{\bar{2}01\}$ $\{\bar{1}31\}$ beobachtet, die letzte nur sehr schlecht entwickelt.

Nach $\{100\}$ und $\{001\}$ spalten die Krystalle sehr vollkommen. Sie sind gewöhnlich nach $\{100\}$ etwas tafelig; zuweilen sind aber $\{001\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ fast ebensogroß wie $\{100\}$.

	Zahl d. Beob.	Beobachtet	Berechn.	Kopp	Haushofer
(110):(010)	11	*70°01′ $^{+10}_{-6}$	—	70° etwa	70°00′
(010) $(\bar{1}00)$	12	*65 14 $^{+6}_{-8}$	—	64½ »	65 09
(010) (001)	8	*81 02 ± 4	—		
(001) (110)	21	*76 56 $^{+16}_{-20}$	—		
(001) $(\bar{1}\bar{1}1)$	19	*36 24 $^{+6}_{-17}$	—		36 42
(100):(001)	10	84°10′ $^{+8}_{-9}$	84°10′		
(110) (111)	7	48 06 $^{+32}_{-43}$	48 09		
(100) $(1\bar{1}0)$	8	27 22 $^{+11}_{-17}$	27 22		
$(\bar{1}\bar{1}1)$ $(\bar{2}01)$	4	37 52 $^{+23}_{-6}$	37 42		
$(\bar{1}\bar{1}1)$ $(0\bar{1}0)$	11	86 31 $^{+11}_{-4}$	86 29	86½° etwa	86°41′
(001) $(\bar{2}01)$	3	56 50 $^{+5}_{-8}$	57 01		
$(\bar{2}01)$ $(\bar{1}\bar{1}0)$	12	70 17 $^{+5}_{-2}$	70 19½		
(100) $(1\bar{1}1)$	1	45 16	45 31		
$(\bar{1}\bar{1}1)$ $(1\bar{1}1)$	1	64 25	64 09		
(110) $(11\bar{1})$	20	66 40	66 40	67 »	66 43

$a:b:c = 0,7440:1:0,4573$
$\alpha = 102°42'$
$\beta = 100\ 44$
$\gamma = 63\ 48$

Spec. Gew. = 1,6305 b. 15° C.

Auf (001) ist die Auslöschung fast parallel der Kante 100/001; auf (100) ist sie etwa 22° zu dieser Kante und etwa 36° zur Prismenkante. Auf (100) ist eine Mittellinie fast normal.

Fig. 2.

Dimethylmalonsäure $\frac{CH_3}{CH_3}\!>C<\!\frac{CO.OH}{CO.OH}$

Tetragonal, trapezoëdrisch.

Diese Säure ist bis jetzt nicht gemessen worden. Sie krystallisiert aus wässeriger Lösung in großen, klaren, oft flächenreichen Krystallen. Aus Aceton werden ebenfalls gute Krystalle erhalten, die aber eine andere Combination zeigen. Die aus Wasser zeigen immer die Formen $c\{001\}$, $d\{101\}$, $a\{100\}$; oft mit $i\{112\}$ und $x\{121\}$ (s. Fig. 2). Bei den aus Aceton oder Äther erhaltenen Krystallen herrscht $\{112\}$, mit $\{101\}$ und $\{121\}$ combiniert, während $\{100\}$ und $\{001\}$ fehlen.

Obgleich die Krystalle äußerlich holoëdrisch erscheinen und optisch keine Circularpolarisation zeigen, lassen doch die Ätzversuche auf trapezoëdrische Hemiëdrie schließen. Auf der Basis werden kleine Rechtecke erzeugt, die gegen die Seiten etwas gedreht sind; auf allen $\{101\}$-Flächen entstehen kleine Rhomben, deren Diagonalen auf der Kante 100/101 nicht senkrecht, sondern ca. 18⁰ nach rechts gedreht sind. Die $\{121\}$-Flächen sind trotzdem immer vollzählig entwickelt. Einmal wurden $\{332\}$- und $\{541\}$-Flächen an einer Ecke beobachtet, die nicht vollzählig entwickelt waren. Da der Krystall nur an der einen Ecke meßbar war, konnte dies aber kein genügender Beweis der Hemiëdrie sein, denn diese Flächen waren wohl durch Störung entstanden, indem der Krystall zwischen anderen, unregelmäßig orientierten Krystallen eingeklemmt war.

	Zahl der Beobacht.	Beobachtet	Berechnet	
				$a:c = 1:1{,}2830$
(001):(101)	19	$*52^0 04'^{+5}_{-4}$	—	Spec. Gew.: 1,357 bei $17\frac{1}{2}^0$ C.
(001):(112)	22	$42^0 12\frac{1}{2}'^{+6}_{-4}$	$42^0 12\frac{1}{2}'$	Doppelbrechung positiv; für orange-
(101) (112)	12	33 54 ±4	33 54	gelb ist $n_\gamma = 1{,}266$; $n_\alpha = 1{,}197$;
(101) $(\bar{1}\bar{1}2)$	1	85 26	85 22	$n_{(\gamma-\alpha)} = 0{,}069$.
(101) (211)	7	29 42	29 43	
(112) (211)	1	32 17	32 17	
(121) (211)	2	34 49	34 48	Keine deutliche Spaltbarkeit.
(211) $(21\bar{1})$	1	38 31	38 27	
(112) (332)	1	27 32	27 36	
$(11\bar{2})$ (332)	1	67 55	67 58	
(121) (541)	1	35 46	35 47	
(211) (541)	1	17 26	16 59	

Von den Salzen, die ebenfalls bis jetzt noch nicht gemessen worden sind, konnten nur ein wasserhaltiges saures Kaliumsalz und ein Calciumsalz

in meßbarer Form erhalten werden. Ein neutrales Kaliumsalz krystallisierte in großen langprismatischen Krystallen, die aber so zerfließlich waren, daß es unmöglich war, sie zu messen. Da die Auslöschung auf allen Flächen in der Prismenzone schief war, sind diese wohl triklin.

Saures Kalium-Dimethylmalonat $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C < \begin{matrix} CO.OK \\ CO.OH \end{matrix} \cdot 2\,H_2O$

Das Salz reagiert mit Methylorange schon neutral, die Analysen stimmen aber auf die oben angegebene Formel. Ein Teil wurde in Gegenwart von geglühtem Kaliumbichromat verbrannt, und Kohlensäure und Wasser bestimmt; ein anderer Teil wurde mit Schwefelsäure geglüht, und Kalium als Sulfat bestimmt:

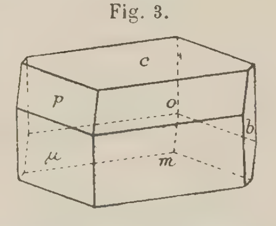
I. 0,1390 g Subst. gab CO_2 0,1470; H_2O 0,0686; $c = 0{,}0401$; $H = 0{,}0079$.
II. 0,5643 g Subst. gab K_2SO_4 0,2393; $K = 0{,}10739$.

Prozent für $C_5H_{11}KO_6$:	Berechnet:	Gefunden:
C	29,09	28,85
H	5,38	5,68
K	18,96	19,02
O	46,56	(46,45)

Die Krystalle sind triklin, mit Annäherung an pseudohexagonale Symmetrie. Nach der Basis ist die Spaltbarkeit höchst vollkommen. Deswegen sind die Krystalle leicht deformierbar, und man muß beachten, daß sie beim Trocknen usw. nicht stark gedrückt werden.

Folgende Formen wurden jedesmal beobachtet: $c = \{001\}$, $b = \{010\}$, $m = \{110\}$, $\mu = \{1\bar{1}0\}$, $p = \{1\bar{1}1\}$; dazu $o = \{111\}$, die nicht immer entwickelt ist, und ganz selten $\pi = \{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\omega = \{11\bar{1}\}$, $x = \{112\}$, $\xi = \{11\bar{2}\}$, $\tau = \{0\bar{2}1\}$. Die Combination $\{111\}$ $\{1\bar{1}1\}$ und $\{0\bar{2}1\}$ bildet eine pseudohexagonale Pyramide.

Fig. 3.



Die Krystalle sind gewöhnlich nach $c = \{001\}$ tafelig; zuweilen nehmen sie aber durch gleiche Ausbildung von $\{001\}$, $\{110\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ einen rhomboëdrischen Habitus an (s. Tabelle S. 246).

Aus Lösungen, die überschüssige Säure enthalten, krystallisiert das Salz öfters in Zwillingskrystallen; $c = \{001\}$ ist Zwillings- und zugleich Verwachsungsebene. Es fanden sich aber auch einige, die rechtwinkelig zu $\{001\}$ verwachsen waren; bei diesen fielen die $\{001\}$-Flächen der beiden Krystalle in eine Ebene.

Die $\{010\}$-Flächen der beiden Individuen scheinen bei den verzwillingten Individuen genau in eine Ebene zu fallen. Vielleicht ist nach $\{001\}$ eine

	Zahl der Messungn.	Beobachtet	Berechn.
(001):(110)	5	*81°36′ $^{+7}_{-8}$	—
(001) $(1\bar{1}0)$	44	*81 02 $^{+6}_{-11}$	—
(001) $(1\bar{1}1)$	23	*59 02 $^{+11}_{-7}$	—
$(0\bar{1}0)$ $(1\bar{1}0)$	24	*61 34 $^{+9}_{-14}$	—
(110) $(1\bar{1}0)$	11	*63 30 $^{+11}_{-9}$	—
(001):(010)	18	89°57′ ± 5	89°57′
(001) (111)	14	60 46 ±16	60 49
(001) $(\bar{1}\bar{1}2)$	2	55 55 ±10	56 01
(001) $(\bar{1}11)$	1	73 53	74 07
(001) (112)	1	46 19	45 54
$(0\bar{1}0)$ $(0\bar{2}1)$	2	21 52 ± 3	21 47
$(0\bar{1}0)$ $(1\bar{1}1)$	18	65 35 $^{+12}_{-13}$	65 36
(111) $(1\bar{1}1)$	18	54 54 $^{+8}_{-11}$	54 53
(111) $(1\bar{1}0)$	1	63 18	63 17
$(1\bar{1}1)$ (110)	2	63 46 ± 1	63 44
$(11\bar{1})$ (110)	1	23 37	23 10

$a:b:c = 0,6299:1:1,2682$
$\alpha = 89°14'$
$\beta = 100\ 14,5$
$\gamma = 94\ 39$

Spec. Gew.: 1,540 bei 14¾° C.

Optische Orientierung: Auf (001) ist die Auslöschung etwa — 2½° zur Kante (001):(111) im Flächenwinkel zwischen dieser Kante und der Kante $(001):(1\bar{1}0)$ und etwa 23° zur letzten Kante für die zweite Schwingungsrichtung. Auf $(1\bar{1}1)$ ist die Auslöschung etwa 3° zur Kante $1\bar{1}1/1\bar{1}0$ geneigt. Eine Axe ist gegen die Kante $1\bar{1}1/111$ am Rande des Feldes sichtbar. Auf $(0\bar{1}0)$ ist die Auslöschung etwa — 6° zur Kante $0\bar{1}0/1\bar{1}0$ geneigt.

kleine Verschiebung der Schichten entstanden, um dieses zu bewirken. Oben ist schon hervorgehoben worden daß, wegen der höchst vollkommenen Spaltbarkeit nach {001}, eine Deformation der Krystalle in dieser Weise entstehen könnte.

Dimethylmalonsaures Calcium $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}> C < \begin{matrix}CO - O\\CO - O\end{matrix} > Ca$

Rhombisch.

In kaltem Wasser ist dimethylmalonsaures Calcium ziemlich leicht löslich, indem ein wasserhaltiges Salz sich bildet. Dieses krystallisiert aber in ganz dünnen, weichen, seidenähnlichen Fasern aus, die ganz unmeßbar sind. Wenn man die gesättigte Lösung dieses Salzes erwärmt, wird das Krystallwasser ausgetrieben und es scheidet sich ein krystallinischer Niederschlag des wasserfreien Salzes aus, denn letzteres ist viel weniger löslich. Bei Gegenwart von kaltem Wasser nimmt dieses Salz wieder Wasser auf und verwandelt sich in eine verfilzte Masse des hydrierten Salzes. Bei sehr langsamer Eindampfung der Lösung auf dem Wasserbad erhält man das wasserfreie Salz schon in meßbaren Krystallen. Es sind kleine,

$\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ mm große, rhombische Täfelchen mit abgestumpften Kanten. Wegen gestörten Wachstums sind die Flächen aber sehr uneben, und die Resultate sind daher nur angenäherte.

Die Symmetrie ist rhombisch. Die Auslöschung ist parallel den Rhombendiagonalen, und eine Mittellinie steht auf {001} senkrecht. Beobachtet wurden die Formen $c = \{001\}$, $o = \{111\}$; zuweilen waren auch $e = \{221\}$, $i = \{443\}$? vorhanden.

Nach (001) ist die Spaltbarkeit eine vollkommene.

Beobachtet	Berechnet	
(001) : (111) = 60° 45′	—	$a:b:c = 0,617:1:0,937$
(1$\bar{1}$1) (111) 54 30	—	
(111): ($\bar{1}$11) = 95° 45′	95° 58′	Axenwinkel groß.
(111) (221) $13\frac{1}{2}$—16°	13 36	
(221) ($\bar{2}$21) 30° 27′	31 18	
(111) ? (443) 7 07	6 28	

Diäthylmalonsäure $\frac{C_2H_5}{C_2H_5}>C<\frac{CO.OH}{CO.OH}$.

Obgleich diese Säure Handelsprodukt ist, hat man sie noch nicht krystallographisch untersucht. Aus wässeriger Lösung krystallisiert sie gut, die Krystalle sind aber immer lamellar verzwillingt und die Flächen gestreift, sodaß es schwer ist, die Symmetrie zu erkennen. Optisch nähert sich diese der rhombischen, indem auf (010) eine stumpfe Bisektrix fast genau senkrecht steht, und auf (001), die mit (010) und mit (100) fast genau 90° bildet, eine spitze Bisektrix auch fast normal ist. Die Axenebene ist fast genau parallel (100), und die Axen durch (001) sichtbar. Ätzfiguren auf (201), die immer recht groß ist, zeigen aber keine Symmetrie, und die besten Messungen stimmen auch ziemlich eindeutig auf trikline Symmetrie. Es ist aber sehr schwer, Krystalle zu erhalten, die lamellenfrei sind. Nach oft wiederholter Krystallisation, unter möglichst gleichmäßigen Bedingungen während der Krystallisation, wurden acht Krystalle erhalten, die ziemlich lamellenfrei und klar waren. Die Messungen sind an diesen acht Krystallen ausgeführt worden. Sie zeigen ziemlich große Unterschiede, die Resultate stimmen aber am besten mit einer triklinen Symmetrie.

Fig. 4.

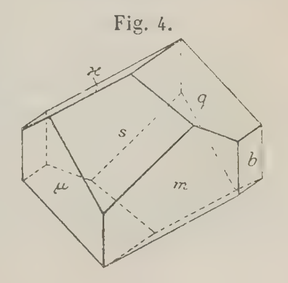


Fig. 4 zeigt ihre Ausbildung.

Die lamellare Zwillingsbildung vollzieht sich nach $b = (010)$, die auch Verwachsungsebene ist.

Diese Zwillinge sind öfter miteinander nach einem zweiten Gesetze gruppiert, mit (100) als Zwillingsebene. Es sind Durchkreuzungszwillinge, bei denen ein Individuum aus der (201)-Fläche des anderen herausragt.

Folgende Formen wurden beobachtet: $b\{010\}$, $q\{011\}$, $a\{0\bar{1}\bar{1}\}$, $m\{110\}$, $s\{201\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$; zuweilen werden auch $l\{210\}$ und $c\{001\}$ gebildet. Die Krystalle sind nach $\{201\}$ tafelig.

	Beobachtet	Zahl der Beobacht.	Berechnet
(201) : (011)	59° 44′ ± 15	15	—
(201) (110)	46 15 ± 16	12	—
(011) (110)	72 17 ± 9	10	—
$(1\bar{1}0)$ (110)	69 25 ± 2	3	—
$(\bar{1}10)$ (011)	77 00 $^{+7}_{-16}$	18	—
(201) : (010)	91° 18′ ± 21	21	91° 24′
(201) $(1\bar{1}0)$	45 15 ± 28	20	45 18
(201) $(0\bar{1}1)$	58 25 $^{+23}_{-11}$	18	58 28
(010) (011)	62 22 $^{+28}_{-32}$	10	62 22
(010) (110)	56 07 $^{+43}_{-24}$	8	56 14
(010) $(\bar{1}10)$	54 30 $^{+4}_{-3}$	6	54 21
(010) $(01\bar{1})$	61 55 $^{+10}_{-57'}$	9	61 35
$(0\bar{1}1)$ (011)	55 39 ± 38	7	56 03
(110) $(01\bar{1})$	77 29 $^{+23}_{-14}$	15	77 23
$(1\bar{1}0)$ $(0\bar{1}1)$	71 33 $^{+32}_{-36}$	16	71 11
(011) (001)	27 42 + 17	2	27 55
(011) (210)	78 39 ± 5	5	78 44
(201) (210)	36 52 $^{+8}_{-12}$	5	36 39
(210) $(01\bar{1})$	84 30 $^{+20}_{-30}$	6	84 39
(210) (010)	72 35 ± 5	2	72 08

$a : b : c = 0,6928 : 1 : 0,5334$
$\alpha = 89° 35'$
$\beta = 93\ 37$
$\gamma = 88\ 29$

Axenebene: (100). Die spitze Bisektrix auf (001) fast genau senkrecht und die stumpfe Bisektrix fast normal auf (010).

Nach $b(010)$ ist die Spaltbarkeit recht vollkommen; nach $m(110)$ und $\mu(1\bar{1}0)$ wenig deutlich.

Diäthylmalonsaures Kalium $^{C_2H_5}_{C_2H_5}\!>C<^{CO.OK}_{CO.OH}$ (? aq)

Tetragonal (pseudokubisch).

Das Salz wurde durch Neutralisieren der Säure mit Kalilauge erhalten. Es ist in Wasser sehr löslich. Aus der heißgesättigten Lösung krystallisiert es in sehr dünnen biegsamen Nadeln. Durch langsame Verdunstung der kalten Lösung erhält man etwas dickere, sehr lange Prismen, die nur hier und da Endflächen besitzen. Einige wurden gemessen.

Die Winkel nähern sich, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, der kubischen Symmetrie außerordentlich, die optischen Eigenschaften sind aber ganz deutlich die der tetragonalen Symmetrie. Obgleich der Wassergehalt des Salzes noch nicht bestimmt worden ist, ist die vorläufige Krystallbestimmung doch hier angegeben:

Entwickelt sind die Prismen $a\{100\}$ und $m\{110\}$, mit den Endflächen $o\{111\}$. Die Krystalle sind nach der c-Axe stark verlängert.

	Beobachtet	Zahl der Beobacht.	Berechn.	
(100):(111)	54° 44′ ± 17	22	—	$a:c = 1:1,000\ldots$
(100):(110)	45° 00′ ± 1	10	45° 00′	Einaxige, positive Doppelbrechung
(110) (111)	35 17 $^{+10}_{-21}$	8	35 17	
(110) ($\bar{1}$11)	90 00 ± 0	2	90 00	

Aus der Lösung des sauren Salzes, die in der üblichen Weise, durch Neutralisieren der einen Hälfte der Lösung der Säure und Mischung mit der anderen Hälfte hergestellt war, wurden zweierlei Krystalle erhalten, die aber sehr gestreift und durch Bildung von vicinalen Flächen schwer meßbar sind; ihre genaue Beschreibung wird daher hier nicht angegeben werden.

Die erste Substanz ist anscheinend rhombisch, von pyramidalem Habitus, in der Luft ganz beständig, mit sehr guter basischer Spaltbarkeit. Die Formen $\{111\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, sowie mehrere $\{hkl\}$-Flächen sind vorhanden. Der zweite Körper ist von monokliner Symmetrie mit guter Spaltbarkeit nach $\{100\}$. Dieser wird an der Luft oberflächlich matt, scheint aber sonst ganz beständig zu sein.

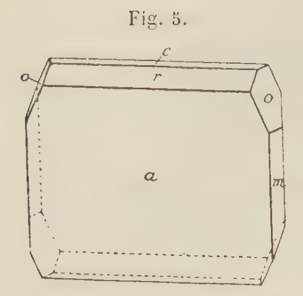
Glutarsäure $\frac{H}{H} > C < \frac{CH_2-CO.OH}{CH_2-CO.OH}$

Monoklin.

Diese Säure ist bis jetzt krystallographisch kaum untersucht worden. Friedel beschreibt sie als »hemiëdrische monokline Blättchen«, und gibt nur folgende angenäherte Winkelwerte an: $m:m = 118° 46'$; $m:p = 68° 28'$; $p:h' = 48° 10'$.

Durch langsames Verdunsten der wässerigen Lösung werden große rechtwinkelige Tafeln erhalten, die oft zu rosettenartigen Gebilden vereinigt sind. Sie sehen hemiëdrisch aus, indem nur zwei benachbarte Ecken abgestumpft sind. Die Gegenflächen sind aber auf der unteren Seite auch entwickelt, sodaß die Symmetrie holoëdrisch ist. Ätzversuche geben auch nach (010) symmetrische Figuren.

Fig. 5.



Folgende Formen wurden beobachtet: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$, $o\{111\}$, $c\{001\}$. Die Krystalle sind nach $\{100\}$ tafelig. Oft sind sie nach $\{111\}$ verzwillingt; und durch Wiederholung dieses Gesetzes werden dann die rosettenartigen Gruppierungen gebildet.

Die Flächen sind gewöhnlich sehr uneben und zeigen bei der Messung sehr große Schwankungen.

Nach $\{111\}$ ist die Spaltbarkeit eine vollkommene; nach $\{101\}$ etwas weniger gut. Diese beiden zusammen verursachen einen faserigen Bruch nach ihrer Zonenaxe.

	Zahl der Beobacht.	Beobachtet	Berechnet	
(100):(001)	20	$82^0 58' {+14 \atop -22}$	—	$a:b:c = 2,0488:1:2,6734$ $\beta = 97^0 02'$
(100) (101)	9	$48\ 12 {+12 \atop -20}$	—	
(100) (110)	20	$69\ 23 \pm 1\frac{1}{4}$	—	Spec. Gew. = 1,429 bei 14,5° C.
(101):(111)	10	$56^0 55' {+6 \atop -4}$	$56^0 47'$	Auf (100) ist eine Axe fast senkrecht, gegen die stumpfe Kante 100/001 zu geneigt. Eine lamellare Zwillingsbildung verursacht oft eine Verdoppelung des Axenbildes.
(001) (101)	8	$34\ 44 {+13 \atop -18}$	34 46	
(101) (110)	1	76 09	$76\ 25\frac{1}{2}$	
(110) (111)	9	$24\ 07 {+12 \atop -8}$	24 17	
(110) (001)	19	$87\ 27 {+24 \atop -8}$	87 32	
(111) (001)	12	$63\ 19 {+19 \atop -12}$	63 15	
(111) (100)	14	$68\ 36 {+32 \atop -20}$	68 35	
(110) ($\bar{1}$10)	6	$41\ 14 {+13 \atop -9}$	41 14	

Druckfiguren sind auf den dünnen Tafeln leicht erhältlich; sie bestehen aus Rissen in zwei Richtungen: erstens deutliche, parallel der Kante $(100)/(111)$, zweitens viel schwächere, parallel der Kante $(100)/(1\dot{1}0)$.

β-β-**Dimethylglutarsäure** $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C < \begin{matrix} CH_2 . COOH \\ CH_2 . COOH \end{matrix}$

Monoklin.

Diese Säure wurde mir von Dr. J. F. Thorpe[1]) in sehr freundlicher Weise zur Verfügung gestellt. Sie krystallisiert leicht aus wässeriger Lösung und noch schöner aus Aceton.

1) Thole u. Thorpe, Journ. Chem. Soc. 1911. Trans. p. 434.

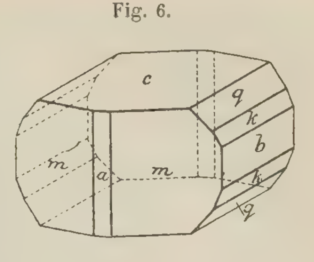


Fig. 6.

Ihre Symmetrie ist monoklin. Folgende Formen wurden beobachtet: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $q\{011\}$, $k\{021\}$; sehr untergeordnet auch $o\{111\}$ und $\omega\{\bar{1}11\}$, diese aber selten ausgebildet und schlecht meßbar. Die Krystalle aus Aceton zeigten gewöhnlich nicht $k\{021\}$. Sie waren nach der b-Axe verlängert, während die aus Wasser nach der a-Axe verlängert und nach c tafelig waren. Spaltrichtung $= m$.

	Zahl der Beobacht.	Beobachtet	Berechnet	
(001):(011)	19	$48^0 09' {+11 \atop -9}$	—	$a:b:c = 0{,}4909:1:1{,}1171$
(001) (100)	10	$88\ 05 \pm 2$	—	$\beta = 91^0 55'$
(100) (1$\bar{1}$0)	10	$52\ 16 {+17 \atop -4}$	—	
(110):(001)	19	$88^0 45' {+5 \atop -2}$	$88^0 43'$	Optische Orientierung.
(001) (110)	38	$88\ 17 {+6 \atop -8}$	88 17	Die Axenebene steht rechtwinkelig zur Symmetrieebene.
(001) (021)	19	$65\ 55 \pm 16$	65 53	Die spitze Bisektrix ist auf (001) sichtbar. Sie ist gegen die c-Axe ungefähr 27—28⁰ nach vorn geneigt.
(100) (021)	10	$89\ 14 {+7 \atop -9}$	89 13	
(110) (011)	22	$69\ 40 {+6 \atop -7}$	69 38	Der Axenwinkel ist ziemlich groß.
($\bar{1}$10) (011)	18	$72\ 04 {+4 \atop -9}$	72 03,5	
(110) (021)	11	$65\ 33 {+4 \atop -5}$	65 32	
($\bar{1}$10) (021)	9	$67\ 03 {+4 \atop -2}$	67 04	
(1$\bar{1}$0) (111)	1	? 55 26	54 57	
($\bar{1}$00) ($\bar{1}$11)	1	? 33 39	33 45,5	

α-, α'-Dioxydimethylglutarsäure

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad CH_3 \quad OH \\ \qquad\qquad\quad \searrow C(OH) - CO.OH \\ {H \atop H} > C \\ \qquad\qquad\quad \nearrow C(OH) - CO.OH \\ \qquad\qquad CH_3 \quad OH \end{array}$$

Triklin.

Prendel hat Krystalle dieser Säure untersucht; er gibt aber nur drei ungenaue Winkel, die an Krystallen aus Ätherlösung gemessen worden sind. Der Habitus der hier untersuchten Krystalle aus wässeriger Lösung gleicht sehr dem der von Prendel[1]) untersuchten; die neuen Krystalle sind aber

1) Zelinsky (Krystallbest. v. Prendel), Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 1891, 24, 4015.

gewöhnlich flächenreicher. Die Aufstellung, die er in seiner Zeichnung wählte, schien aber nicht die beste und ist durch eine neue ersetzt worden. Seine b-Fläche wird die neue c-Fläche, und sein »f« wird $b = \{010\}$.

Aus Wasser krystallisiert die Säure in großen tafeligen Krystallen von rhombischem Durchschnitt, eine Combination von $c\{001\}$ mit $m\{110\}$ und $\mu\{1\bar{1}0\}$. Dazu kommen oft auch $a\{100\}$ und $b\{010\}$, seltener $\varrho\{\bar{1}01\}$, $\sigma\{\bar{2}01\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $q\{011\}$. Die Flächen $\{001\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$ sind gewöhnlich sehr uneben; die anderen gewöhnlich eben, aber viel kleiner (s. folgende Tabelle).

	Beobachtet	Zahl der Beobacht.	Berechnet	
$(001):(110)$	$83^0 29' \pm 20$	17	—	$a:b:c = 1{,}6589 : 1 : 0{,}9910$ $\alpha = 91^0 54'$ $\beta = 98\ 19{,}5$ $\gamma = 95\ 46$
$(001)\ (1\bar{1}0)$	$87\ 49\ ^{+18}_{-24}$	30	—	
$(001)\ (\bar{1}02)$	$55\ 22 \pm 50$	6	—	
$(110)\ (\bar{1}10)$	$62\ 34\ ^{+16}_{-11}$	26	—	
$(\bar{1}10)\ (\bar{1}02)$	$69\ 34$		—	
$(001):(100)$	$81^0 32'\ ^{+\ 5}_{-\ 7}$	4	$81^0 26'$	Durch (001) ist eine Mittellinie am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar, der Kante $(001)/(0\bar{1}0)$ zugeneigt. Die Auslöschung auf (001) bildet etwa 10^0 mit dieser Kante.
$(010)\ (110)$	$29\ 32\ ^{+14}_{-\ 8}$	18	29 38	
$(\bar{1}02)\ (\bar{1}\bar{1}0)$	$66\ 14$	1	65 57	
$(100)\ (110)$	$54\ 22\ ^{+18}_{-29}$	12	54 15	
$(\bar{1}00)\ (\bar{1}10)$	$63\ 03\ ^{+\ 6}_{-\ 4}$	6	63 11	
$(010)\ (\bar{1}10)$	$33\ 02\ ^{+\ 6}_{-16}$	13	32 56	
$(010)\ (100)$	$87\ 17\ ^{+10}_{-13}$	18	87 13	
$(010)\ (10\bar{2})$	$86\ 44\ ^{+10}_{-\ 4}$	5	$86\ 50\frac{1}{2}$	
$(\bar{1}02)\ (\bar{1}01)$	$22\ 14\ ^{+20}_{-30}$	7	22 14	
$(001)\ (\bar{1}01)$	$32\ 55\ ^{+\ 10}_{-33'}$	5	33 08	
$(\bar{1}01)\ (\bar{1}10)$	$77\ 41\ ^{+\ 7}_{-10}$	3	77 37	
$(0\bar{1}0)\ (\bar{1}01)$	$89\ 07 \pm 3$	4	89 11	
$(\bar{1}\bar{1}0)\ (\bar{1}01)$	$77\ 28\ ^{+\ 1}_{-\ 4}$	4	77 23	
$(\bar{1}00)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$68\ 11\ ^{+\ 3}_{-\ 7}$	4	67 53	
$(\bar{1}02)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$43\ 58 \pm 1$	2	44 09	
$(0\bar{1}0)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$47\ 29\ ^{+13}_{-\ 8}$	7	47 21	
$(1\bar{1}0)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$66\ 25$	2	66 17	
$(\bar{1}\bar{1}0)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$42\ 24\ ^{+\ 4}_{-\ 3}$	4	42 17	

Prendel gibt an, daß die Krystalle aus Ätherlösung in rechten und linken enantiomorphen Individuen nebeneinander erhalten werden. Die Richtigkeit dieser Angabe müßte aber durch weitere unzweideutige Beweise gesichert werden. Daß eine weniger einfache Form an einigen Krystallen nur hinten, an anderen nur vorn erscheint, kann auch durch Zufall bedingt worden sein. Die hier untersuchten Krystalle, aus wässeriger Lösung, konnten auch oft in solche getrennt werden, bei denen eine seltenere Form einmal vorn, einmal hinten erschien, und schienen daher enantiomorph zu sein. Andere waren aber ganz holoëdrisch, und das Fehlen der einen Fläche eines Paares konnte immer auf äußere Störungen während des Wachstums zurückgeführt werden. Krystalle, die frei in der Lösung entstanden waren und nicht gegen andere grenzten, zeigten auch die weniger häufigen Formen holoëdrisch. (Fig. 7.)

Bei den Krystallen aus Äther, die nach des Verfs. Beobachtung gewöhnlich dicht zusammen gepackt sind, ist es vielleicht auch so geschehen. Jedenfalls, um das Erscheinen von rechten und linken Individuen aus derselben Lösung zu sichern, müßte ihre Hemimorphie durch Ätzversuche oder auf pyroelektrischem Wege erst bewiesen werden, denn es kommt wohl nur selten vor, daß bei Substanzen mit asymmetrischen Kohlenstoffatomen die rechten und linken Formen aus einem inaktiven Gemisch schon durch bloßes Auskrystallisieren der freien Säure getrennt werden können.

Fig. 7.

α-α'-**Dioxydimethylglutarsäure-Monolakton**

$$\overbrace{O \qquad\qquad\qquad CO}$$

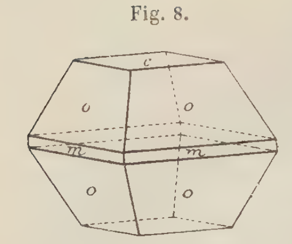
Rhombisch. $= CH_3 . C(COOH) . CH_2 . C(OH) . CH_3$

Prendel[1]) hat diese Substanz schon krystallographisch beschrieben, und der Verf. kann seine Angaben in allen Punkten bestätigen. Bei der Darstellung der oben beschriebenen Säure hat er aber auch diese Substanz in sehr guten Krystallen erhalten und dabei neue Formen beobachtet. Zur Ergänzung der früheren Beschreibung sind die neuen Angaben hier gegeben. Außer den Formen $c\{001\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $a\{021\}$, $b\{010\}$, die von Prendel angegeben worden waren, sind auch $a\{100\}$, $x\{122\}$ beobachtet worden. Eine schlecht ausgebildete $s\{102\}$ wurde einmal beobachtet. Der Habitus der flächenreicheren Krystalle nähert sich sehr der Zeichnung von Prendel's Krystallen.

Andere waren aber weniger nach $c = \{001\}$ tafelig. Dieser Habitus wird durch Fig. 8 wiedergegeben. Krystalle, die längere Zeit in der Lösung

1) Prendel, diese Zeitschr. 1891, **18**, 279.

Fig. 8.



geblieben waren, wurden allmählich an den Enden der b-Axe aufgelöst, während sie in der Richtung der a-Axe fortwuchsen. Dabei wurden die Flächen {010}, {021}, {122} abgefressen und gerundet, während {111} ganz eben blieb. Das Erscheinen der {122}-Flächen ist vielleicht schon der erste Schritt in dieser Partikelumlagerungserscheinung.

	Prendel		Neue Messungen	Zahl der Beobacht.	
	Beobacht.	Berechnet			
$(111):(1\bar{1}1)$	$*59^0 30'$	—	$59^0 24'^{+15}_{-14}$	21	$a:b:c$[1] = 0,6186 : 1 : 1,4939
$(111)\ (11\bar{1})$	$*38\ 45$	—	$38\ 43^{+7}_{-8}$	15	
$(111):(1\bar{1}\bar{1})$	—	$73^0 15'$	$73^0 15'^{+4}_{-2}$	12	Sehr gute Spaltbarkeit nach b = (010).
$(001)\ (111)$	—	$70\ 37\frac{1}{2}$	$70\ 39^{+20}_{-14}$	57	
$(001)\ (021)$	$71^0 33'$	$71\ 30$	$71\ 34^{+7}_{-8}$	13	
$(001)\ (122)$	—	$62\ 32$	$62\ 34 \pm 12$	7	
$(110)\ (1\bar{1}0)$	$63\ 40$	$63\ 28$	$63\ 27^{+2}_{-1}$	8	
$(010)\ (122)$	—	$60\ 15$	$60\ 19^{+10}_{-8}$	13	
$(111)\ (122)$	—	$19\ 27$	$19\ 27^{+9}_{-14}$	14	
$(122)\ (\bar{1}22)$	—	$67\ 48$	$67\ 48^{+4}_{-2}$	6	
$(122)\ (1\bar{2}2)$	—	$87\ 15$	$87\ 15^{+10}_{-8}$	4	

n-Pimelinsäure $\begin{matrix}H \\ H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CH_2—CH_2—CO.OH \\ CH_2—CH_2—CO.OH\end{matrix}$

Eine Pimelinsäure, aus Hydrochelidonsäure dargestellt, ist schon von V. v. Lang krystallographisch beschrieben worden. Es lag aber ein Zweifel vor, ob diese, wie v. Lang[2]) es angenommen hatte, wirklich die normale Pimelinsäure sei, denn die Krystalle schienen nicht identisch zu sein mit solchen einer n-Pimelinsäure, welche Einhorn, Lumsden und Willstätter[3]) dargestellt hatten. Diese letztere ist, nach der Darstellungsmethode, unzweifelhaft die normale Pimelinsäure. Es wurde mir in sehr

1) Prendel, diese Zeitschr. 1891, **18**, 279.

2) V. v. Lang, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien 1893, **102**, 879; diese Zeitschrift **25**, 527.

3) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **27**, 231 oder Ann. d. Chemie **286**, 257, **291**, 297.

freundlicher Weise das Originalpräparat von V. v. Lang zur Verfügung gestellt, sowie von Herrn Prof. Einhorn eine größere Menge seiner normalen Säure, wofür ich hier meinen besten Dank aussprechen möchte.

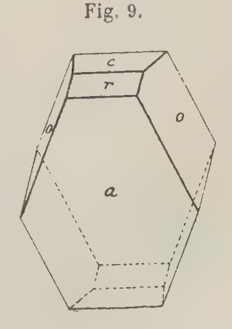
Beide Säuren schmolzen um 101—102° C., die v. Lang'sche Säure wurde aber gegen 97—98° C. opak, während die andere klar blieb. Es stellte sich ferner bald heraus, daß die Krystallformen doch verschieden waren, denn die Spaltformen waren verschieden. Vorläufig wird die erste als die »v. Lang'sche« Säure, die zweite kurzweg als »n-Pimelinsäure« bezeichnet, obgleich ihr gleicher Schmelzpunkt auf chemische Identität schon schließen ließ. Es könnte der Unterschied der Krystallform durch Dimorphie erklärt sein, oder auch durch Wassergehalt der v. Lang'schen Säure. Die Untersuchung zeigte, daß beide Formen wasserfrei waren, sodaß es sich hier um Dimorphie handelte, was durch das Verhalten der beiden Formen bestätigt wurde. Die V. v. Lang'sche Säure existiert bei gewöhnlicher Temperatur und wurde aus einer kalten Lösung der Einhorn'schen Säure beim Verdunsten erhalten, während bei höherer Temperatur und bei Abwesenheit der v. Lang'schen Form die andere Form erhalten wurde. Die v. Lang'sche Säure, die bei gewöhnlicher Temperatur beständige, soll daher als α-Form der n-Pimelinsäure, die bei höherer Temperatur beständige als β-Form bezeichnet werden. Die β-Form ist bei gewöhnlicher Temperatur wohl die labile, denn Krystalle dieser Form, die eine längere Zeit der Möglichkeit der Berührung mit der α-Form ausgesetzt worden waren, die aber äußerlich noch unverändert erschienen, konnten nicht mehr das Auskrystallisieren der β-Form aus heißer gesättigter Lösung verursachen. Immer wurde die α-Form erhalten!

Die Krystalle der β-Form waren immer sehr uneben, sodaß ihre krystallographische Untersuchung nur sehr unvollständig ausgeführt werden konnte. Die Messungen der α-Form stimmen ganz gut mit den Angaben von V. v. Lang. Diese sind aber durch einige Ergänzungen vervollständigt worden.

n-Pimelinsäure; α-Form (V. v. Lang).

Monoklin. Schmelzpunkt (?) 101—102° C.
Spec. Gewicht 1,329 bei 14,5° C.

Fig. 9.



Außer den Formen, die durch V. v. Lang angegeben worden sind, ist die Form $r\{101\}$, die auch eine der Spaltrichtungen ist, beobachtet worden. Außer dieser sehr vollkommenen Spaltbarkeit gibt es eine gute nach $o\{111\}$.

Die Krystalle sind nach $a\{100\}$ tafelig. (Fig. 9.)

	v. Lang'sche Messungen Gefunden	Berechnet	Neue Resultate
(100):(001)	74° 20′	—	74° 24′
(100) (110)	74 17	—	74° 16,5
(100) (111)	60 43	—	60 44
(100):(111)	69° 24′	69° 24′	69° 26′
(001) (110)	85 52	85 48	85 49,5
(111) (110)	24 52	25 05	25 05
(100) (101)	—	49 21	49 20
(101) (111)	—	57 21	57 23
(111) $(\bar{1}10)$	—	44 15	44 18
(111) $(\bar{1}1\bar{1})$	—	65 20	65 14,5
(101) (001)	—	24 59	25 01
(110) $(\bar{1}10)$	—	31 26	31 26

$a:b:c$ (v. Lang) $= 3,697:1:2,058$
$\beta = 105° 40'$

Optische Orientierung:

Axenebene $\acute{b} = (010)$.

Eine Axe steht auf (100) fast senkrecht; eine Mittellinie auf (101) auch fast senkrecht, aber etwas nach vorn geneigt.

n-Pimelinsäure; β-Form (Einhorn und Ehret).

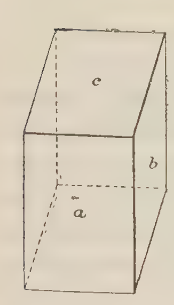


Fig. 10.

Monoklin. Schmelzpunkt 101—102° C.
Spec. Gewicht 1,282 bei 15° C.

Ausgebildet sind nur die drei Pinakoide $a\{100\}$, $c\{001\}$, $b\{010\}$.

Die Spaltbarkeit nach {001} ist sehr vollkommen; nach {010} fast ebenso gut. Nach {110} gibt es eine undeutliche Spaltbarkeit, die aber wegen der viel besseren nach {010} schwer zu erhalten ist. Diese Fläche wurde sonst nicht als natürliche Fläche beobachtet. (Fig. 10.)

(100):(001)	etwa 44°	$a:b:c = 2,15\ldots:1:?$ $\beta = 136°$
(100):(010)	etwa 90°	Eine Mittellinie ist auf (001) fast senkrecht; auf (100) ist eine Axe, in der Symmetrieebene auch fast normal.
(001) (010)	» 90	
(100) (110)	» 57	
(110) $(1\bar{1}0)$	» 65	
(001) (110)	» 67¾°	

γ-Methyl-Pimelinsäure $\frac{H}{CH_3}{>}C{<}\frac{CH_2-CH_2.COOH}{CH_2-CH_2.COOH}$

Monoklin. Spec. Gewicht 1,641 bei 15° C.

Alle drei Methylpimelinsäuren sind von Einhorn und Ehret[1]) dargestellt worden, und ihr Material wurde mir in sehr freundlicher Weise von Herrn Dr. Einhorn zur Verfügung gestellt. Alle liefern aber dicke syrupöse

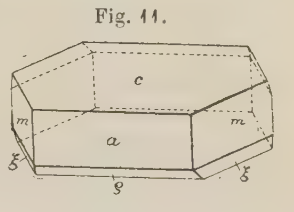
1) H. Ehret, Dissertation, München 1897. Einhorn, Ann. d. Chemie 1897, **295**, 174 f.

Lösungen, und aus den sehr kleinen Mengen der α- und β-Säuren konnten keine meßbaren Krystalle erhalten werden. Nur von der γ-Methylpimelinsäure wurden meßbare Krystalle erhalten. Obgleich nicht »symmetrisch« in derselben Weise, wie die Dimethylmalonsäure usw., ist sie doch die geeignetste, um mit der n-Pimelinsäure und den anderen hier beschriebenen Säuren structurell zu vergleichen.

Sie krystallisiert in monoklinen, sechsseitigen Tafeln; eine Combination von $c\{001\}$ mit $a\{100\}$ und $m\{110\}$. Gewöhnlich waren auch $\varrho\{\bar{1}01\}$ und $\xi\{\bar{2}21\}$ vorhanden.

Die Krystalle werden leicht oberflächlich matt, sodaß es nötig ist, sie so schnell wie möglich zu messen. Sie ziehen wohl nicht Wasser an, es ist aber schwer, die oberflächliche Schicht von syrupöser Lösung von den ziemlich weichen Krystallen zu beseitigen und diese trocknet als matter Überzug aus.

Fig. 11.



Nach $\{110\}$ und $\{\bar{1}01\}$ spalten die Krystalle sehr gut.

	Zahl der Beobacht.	Beobachtet	Berechn.	
$(100):(110)$	12	$58^0 47' {}^{+\ 9}_{-10}$	—	$a:b:c = 1{,}696:1:1{,}648$ $\beta = 103^0 22'$
$(100)\ (001)$	12	$76\ \ 38 {}^{+\ 3}_{-\ 8}$	—	
$(\bar{1}01)\ (\bar{1}00)$	5	$52\ \ 43 {}^{+\ 5}_{-\ 8}$	—	
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	2	$71^0 42' {}^{+\ 2}_{-\ 1}$	$71^0 42'$	Auf (001) ist eine Bisektrix fast normal. Die Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene.
$(\bar{2}21)\ (001)$	13	$81\ \ 32 {}^{+14}_{-\ 5}$	81 35	
$(\bar{2}21)\ (\bar{1}10)$	4	$15\ \ 14 {}^{+17}_{-34}$	15 18	
$(\bar{2}21)\ (\bar{1}00)$	2	$62\ \ 58 \pm 4$	62 56	
$(001)\ (110)$	17	$83\ \ 11 {}^{+31}_{-21}$	83 07	

Einige Krystalle eines Kaliumsalzes wurden erhalten, die aber nicht meßbar waren. Sie scheinen triklin zu sein.

Ein Vergleich der Krystallstructuren dieser Säuren wird erst von Nutzen sein, wenn noch weitere einfache Derivate und Salze untersucht worden sind. Es ist auch meine Absicht, die Untersuchung in dieser Richtung weiter zu führen. Von Isomorphie kann natürlich nicht die Rede sein; es wird aber wohl möglich sein, durch Vergleichung von vielen ähnlich

Substanz	Symmetrie	Herrschende Formen
1. Malonsäure	triklin	(100) (001) (010) (110) $(\bar{1}\bar{1}1)$ (111)
2. Dimethylmalonsäure	tetragonal-trapezoëdrisch	(001) (101) (112) (100) (121)
3. Dimethylmalonsaures KH, 2 aq	triklin	(001) (010) (110) $(1\bar{1}0)$ $(1\bar{1}1$ (111)
4. Dimethylmalonsaures Ca	o-rhombisch	(001) (111)
5. Diäthylmalonsäure	triklin?	(010) (201) (110) $(1\bar{1}0)$ (011) $(0\bar{1}1)$
6. Glutarsäure	monoklin	(100) (110) (101) (111) (001)
7. $\beta\beta$-Dimethylglutarsäure	monoklin	(001) (110) (010) (011) (021)
8. α-, α'-Dioxy-, $\alpha\alpha$-Dimethylglutarsäure	triklin	(001) (110) $(1\bar{1}0)$ (010) (100) $(\bar{1}01)$ $(\bar{2}01)$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ (011)
9. α-, α'-Dioxy-, α-α'-Dimethylglutarsäure-Monolakton	o-rhombisch	(001) (110) (111) (100) (010) (021) (122) (102)
10. n-Pimelinsäure (α-Form)	monoklin	(100) (001) (110) (101) (111)
11. n-Pimelinsäure (β-Form)	monoklin	(100) (001) (010) ... (110)
12. γ-Methylpimelinsäure	monoklin	(001) (100) (110) $(\bar{1}01)$ ... $(\bar{2}21)$

gebauten Säuren die Structuränderung zu verfolgen und darin vielleicht eine Gesetzmäßigkeit zu finden.

Schon bei den höheren Gliedern, Glutarsäure, Pimelinsäure . . . ist eine monokline Symmetrie, mit Annäherung an hypohexagonale Form, die herrschende. Durch Verlängerung der Kette wird vielleicht die Form noch

Spaltrichtungen	Figur	Elemente			
(100) (001)	1	$a:b:c = 0,7440 : 1 : 0,4573.$	$\alpha = 102^0 42'$,	$\beta = 100^0 44'$,	$\gamma = 63^0 48'$
—	2	$a:c = 1 : 1,2830$	—	—	—
(001)	3	$a:b:c = 0,6299 : 1 : 1,2682.$	$\alpha = 89^0 14'$,	$\beta = 100^0 14,5'$,	$\gamma = 94^0 39'$
(001)	—	$a:b:c = 0,617 : 1 : 0,937.$	—	—	—
(010) (110) (1$\bar{1}$0)	4	$a:b:c = 0,6928 : 1 : 0,5334.$	$\alpha = 89^0 35'$,	$\beta = 93^0 37'$,	$\gamma = 88^0 29'$
(111) (101)	5	$a:b:c = 2,0488 : 1 : 2,6734.$	—	$\beta = 97^0 02'$	—
(110)	6	$a:b:c = 0.4909 : 1 : 1,1171.$	—	$\beta = 91^0 55'$	—
—	7	$a:b:c = 1,6589 : 1 : 0,9910.$	$\alpha = 91^0 54$,	$\beta = 98^0 19,5'$,	$\gamma = 95^0 46'$
(010)?	8	$a:b:c = 0,6186 : 1 : 1,4939.$	—	—	—
(101) (111)	9	$a:b:c = 3,697 : 1 : 2,058.$	—	$\beta = 105^0 40'$	—
(001) (010) ... (110)	10	$a:b:c = 2,15 ... : 1 : ?$	—	$\beta = 136^0 ...$	—
(110) ($\bar{1}$01)	11	$a:b:c = 1,696 : 1 : 1,648.$	—	$\beta = 103^0 22'$	—

mehr derjenigen der benachbarten Glieder ähnlich werden, indem die Kraftverteilung in dem Molekül weniger durch Zufügung von weiteren CH_2-Gruppen beeinflußt wird.

Obige Zusammenstellung zeigt die bis jetzt erhaltenen Resultate in übersichtlicher Weise.

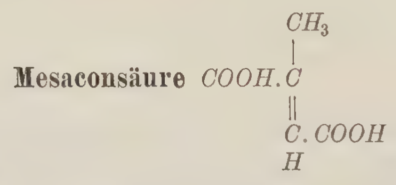
XVIII. Über die Krystallform der isomeren Citraconsäure und Mesaconsäure ($C_5H_6O_4$).

Von

Julien Drugman in Oxford.

(Mit 2 Textfiguren.)

Wegen Schwierigkeit der Krystallisation waren diese zwei Säuren noch nicht gemessen worden. Die dritte Säure mit derselben empirischen Formel, die Itaconsäure, die gut krystallisiert, ist dagegen schon beschrieben worden.



Rhombisch.

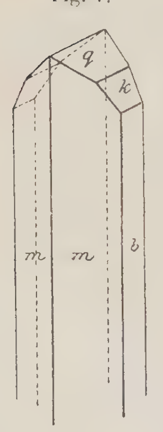


Fig. 1.

Die Mesaconsäure krystallisiert gewöhnlich in ganz dünnen, gebogenen, seidenähnlichen Haaren. Es wurden verschiedene Versuche gemacht, dickere Krystalle zu erhalten, und endlich, durch sehr langsames Verdunsten einer wässerigen Lösung, die Salpetersäure enthielt, wurden meßbare Nadeln erhalten (Fig. 1). Aus Alkohollösung wurden auch dickere Krystalle erhalten, die aber zum Messen wenig geeignet waren.

Folgende Formen wurden beobachtet: $b\{010\}$, $q\{011\}$, $k\{021\}$, $m\{110\}$. Zuweilen fehlte $\{021\}$. Die Krystalle sind stark nach der c-Axe verlängert, während die aus Alkohollösung nach der a-Axe verlängert und etwas nach $b\{010\}$ tafelig waren. Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

	Beobachtet	Berechn.
$(011):(0\bar{1}1)$	$80°12' \begin{smallmatrix}+17\\-3\end{smallmatrix}$	—
$(010):(110)$	$49\ 31 \begin{smallmatrix}+9\\-4\end{smallmatrix}$	—
$(010):(021)$	$30°42 \begin{smallmatrix}+9\\-5\end{smallmatrix}$	$30°42'$
$(021):(011)$	$19\ 06 \begin{smallmatrix}+10\\-13\end{smallmatrix}$	$19\ 12$
$(110):(011)$	$65\ 18 \begin{smallmatrix}+4\\-7\end{smallmatrix}$	$65\ 17$
$(110):(021)$	$55\ 55 \begin{smallmatrix}+15\\-21\end{smallmatrix}$	$56\ 04$
$(110):(1\bar{1}0)$	$80\ 58 \pm 2$	$80\ 58$

$a:b:c = 0,8536:1:0,8421$

Die spitze Bisektrix ist senkrecht zu $b = (010)$; die Axenebene parallel $c = (001)$. Der Axenwinkel ist groß. Die Axen sind am Rande des Gesichtsfeldes auf (010) sichtbar; eine Axe ist auf (110) fast senkrecht.

Die Dispersion ist deutlich.

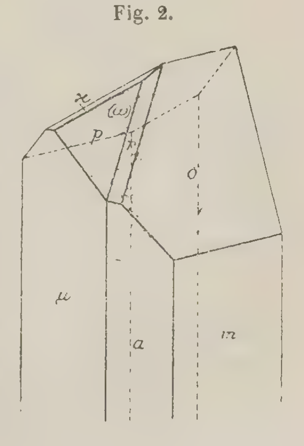
$$\textbf{Citraconsäure}\quad \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C.COOH \\ \| \\ C.COOH \\ | \\ H \end{array}$$

Triklin.

Die Citraconsäure ist sehr hygroskopisch. Es ist aber wenig vorteilhaft, sie in geschlossenem Gefäß zu messen, denn wegen der ungünstigen Entwickelung der Flächen muß die Aufstellung während der Messung mehrmals geändert werden. Man wählt daher zum Messen einen möglichst trockenen Tag.

Eine zweite Schwierigkeit bietet die syrupöse Mutterlauge, die äußerst schwer von der Krystalloberfläche weggebracht wird. Daher sind Krystalle aus wässeriger Lösung zur Messung kaum zu gebrauchen. Alkohol- und Ätherlösungen werden ebenso dickflüssig wegen der sehr großen Löslichkeit der Säure. Es wurde daher der Versuch gemacht, ein passendes Gemisch von einem von diesen Lösungsmitteln, mit einer anderen Flüssigkeit, worin die Säure nur schwer löslich ist, herzustellen. Petroläther konnte nicht gebraucht werden, denn das Gemisch mit Äther teilte sich beim Lösen der Säure in zwei Schichten; die eine bestand aus fast reinem Petroläther; die andere war eine syrupöse Lösung der Säure in Äther! Die besten Resultate wurden mit einem Gemisch von gleichen Teilen Äther und Benzol erzielt. Die Säure löst sich leicht bei mäßiger Erwärmung, und der Äther wird gleichmäßig von

Fig. 2.



starker Schwefelsäure aufgenommen. Es ist dann viel leichter, die Krystalle von der Mutterlauge, die aus fast reinem Benzol bestand, zu befreien.

Die Krystalle sind gewöhnlich von kurzprismatischem Habitus, zuweilen aber auch nach $\mu\{1\bar{1}0\}$ tafelig, und dann oft nach $r\{101\}$ verzwillingt. Folgende Formen wurden beobachtet: $a\{100\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $o\{111\}$ immer vorhanden; $p\{1\bar{1}1\}$, $r\{101\}$, $k\{0\bar{1}1\}$, $m\{110\}$ oft entwickelt; $b\{010\}$ und $x\{121\}$ nur selten. Nach $r\{101\}$ spalten die Krystalle sehr leicht. Diese Fläche ist als natürliche Fläche aber gewöhnlich nur ganz klein. Die Messungen gaben immer sehr schwankende Resultate. Besonders ist das der Fall bei Messungen von $\{110\}$ aus.

	Beobachtet	Berechnet
$(100):(1\bar{1}0)$	48° 30′	—
$(100)\ (101)$	44 05	—
$(101)\ (1\bar{1}0)$	66 25	—
$(101)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	73 24	—
$(1\bar{1}0)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	80 15	—
$(100):(1\bar{1}1)$	48° 58′	48° 56,5′
$(100)\ (111)$	51 40	51 53
$(100)\ (11\bar{1})$	72 04	72 03
$(100)\ (110)$	46 28	47 05,5
$(1\bar{1}0)\ (111)$	89 19	89 17,5
$(1\bar{1}0)\ (1\bar{1}1)$	43 30	43 00
$(1\bar{1}0)\ (0\bar{1}1)$	55 50	56 13
$(1\bar{1}0)\ (0\bar{1}0)$	43 09	42 47
$(101)\ (1\bar{1}1)$	29 07	29 07
$(101)\ (111)$	26 52	26 13
$(101)\ (121)$	42 54	42 58
$(101)\ (0\bar{1}1)$	45 18	45 05,5
$(101)\ (110)$	54 56	55 43
$(11\bar{1})\ (110)$	55 08	54 53
$(\bar{1}\bar{1}1)\ (111)$	88 41	89 10,5
$(\bar{1}\bar{1}1)\ (1\bar{1}1)$	—	58 41
$(\bar{1}\bar{1}1)\ (0\bar{1}1)$	33 ½	33 10
$(1\bar{1}1)\ (110)$	80 30	80 56,5
$(111)\ (110)$	35 21	35 56,5
$(121)\ (110)$	28 19	28 23
$(110)\ (\bar{1}10)$	84 51	84 24,5
$(110)\ (01\bar{1})$	79 42	79 41

$a:b:c = 1,1525:1:0,7550$
$\alpha = 98°22'$
$\beta = 108\ 48,5$
$\gamma = 88\ 31$

Auf der Spaltfläche (101) ist eine Mittellinie fast normal. Die Auslöschung auf dieser Fläche ist ungefähr 22° zur Kante $(101)/(1\bar{1}0)$ und etwa 42° zur Kante $(101)/(110)$ geneigt.

XIX. Beiträge zur Krystallographie der oxalsauren Salze.

Von

Julien Drugman in Oxford.

(Mit 2 Textfiguren.)

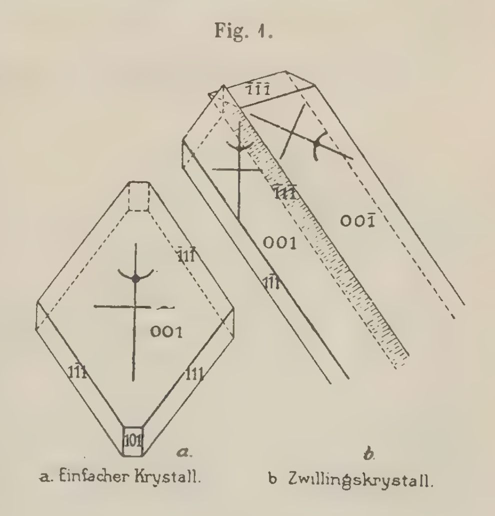
---

1. Über Zwillingsbildung beim neutralen Kaliumoxalat.

Bei der Darstellung verschiedener saurer Kaliumoxalate erhielten H. B. Hartley und Bourdillion[1]) ein neutral reagierendes Salz, das dem gewöhnlichen monoklinen wasserhaltigen Salz gar nicht ähnlich aussah. Sie übergaben es mir daher zur krystallographischen Untersuchung.

Die Winkel stimmten jedoch mit denen des bekannten Salzes ganz gut überein, die Krystalle erhielten aber ein ungewöhnliches Aussehen durch Zwillingsbildung, die ohne Ausnahme an allen Krystallen erschien.

Fig. 1.



a. Einfacher Krystall. b Zwillingskrystall.

Da das Zwillingsgesetz ein ungewöhnliches ist, verdient es eine nähere Beschreibung. Die Kante (001)/(111) ist Zwillingsaxe, und (111) ist Verwachsungsebene. Dabei bleibt (001) bei beiden Hälften in einer Ebene. Die Krystalle, welche nach (001) tafelig sind, sind in der Rich-

---

1) Journ. Chem. Soc. 1913, S. 1747—1751.

tung der Zwillingsaxe verlängert, sodaß die Zwillingsgrenze auf (001) parallel der Verlängerung deutlich zu sehen ist. Zwischen gekreuzten Nicols tritt die Grenze auf (001) besonders deutlich hervor, denn da, wo die beiden Hälften sich an der Grenze keilartig treffen, bleibt ein Streifen in allen Lagen der Nicols gleichmäßig hell, während die übrigen Teile beiderseits der Grenze dazu symmetrisch auslöschen. Obgleich die Auslöschung der beiden Hälften symmetrisch ist, ist dies nicht der Fall in bezug auf die Lage der optischen Axen, wie am besten durch die Fig. 1 gezeigt wird. Bei a. ist ein nichtverzwillingter Krystall in einer häufigen Ausbildungsweise diagrammatisch gezeichnet; nebenan bei b. ein verzwillingter Krystall. Man sieht, daß die eine optische Axe, die in der Symmetrieebene durch (001) sichtbar ist, beim Zwillingskrystall in der einen Hälfte nach der Grenzlinie zu, in der anderen Hälfte davon weg gerichtet ist. Zu den in der Figur gezeichneten Flächen tritt gewöhnlich am Ende auch ($\bar{1}00$), sodaß oft kein einspringender Winkel dort zu sehen ist.

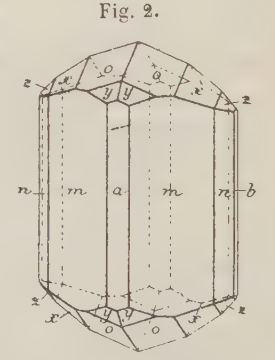
Die Zwillingsbildung wird hier wohl durch das Vorhandensein von freier Säure in der Lösung bewirkt. Aus ganz neutraler Lösung werden gewöhnlich keine Zwillinge erhalten, sondern ganz einfache aber flächenreichere Krystalle von rhombischem Durchschnitt. Dies scheint besonders leicht bei organischen Säuren vorzukommen. Beim Krystallisieren der gewöhnlichen Weinsäure aus nicht ganz reiner Lösung erhielt ich vorwiegend Zwillinge; aus Lösungen eines sauren Kaliumdimethylmalonats krystallisierte das Salz in Zwillingen aus, sobald Überschuß an freier Säure vorhanden war, während sonst einfache Krystalle sich ausschieden.

2. Über die Krystallform von Tetrakaliumtrioxalat-Dihydrat

$2K_2C_2O_4 . H_2C_2O_4 . 2H_2O$.

Von Hartley und Bourdillion wurde mir außer der soeben beschriebenen neuen Form von Zwillingskrystallen des neutralen Salzes dieses neue Salz zur Untersuchung übergeben.

Fig. 2.



Die Krystalle sind gewöhnlich kleine kurze Prismen mit einer ganzen Reihe von Pyramidenflächen. Die Symmetrie ist rhombisch. Beobachtet wurden folgende Formen, die fast immer alle vollzählig entwickelt sind: $m\{110\}$, $n\{120\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$, $x\{121\}$, $z\{131\}$, $y\{211\}$; seltener sind $a\{100\}$, $t\{231\}$. Schlecht entwickelte Flächen von $i\{112\}$ und $l\{140\}$ wurden einmal erhalten. Deutliche Spaltbarkeit konnte nicht beobachtet werden (s. Tabelle auf S. 265).

	Beobachtet	Berechnet
(110):(1$\bar{1}$0)	56°28′	—
(111) ($\bar{1}\bar{1}$1)	73 52	—
(110):(120)	18°40′	18°48,5′
(110) (111)	53 04	53 04
(010) (120)	43 06	42 57,5
(130) (140)	17½°	18 00
(010) (140)	25°04′	24 58
(010) (131)	48 30	48 21
(010) (211)	77 55	77 55
(100) (211)	38 40	38 42
(100) (131)	65 35	65 38
(120) (121)?	46 04	45 48
(120) (131)?	40 25	39 52
(111) ($\bar{1}$11)	63 53	63 56
(111) (1$\bar{1}$1)	33 14	33 02
(111) (121)	14 07	14 09
(111) (211)	19 22	19 20
(121) ($\bar{1}$21)?	56 25	56 43
(121) (131)	10 46	10 59
(211) (2$\bar{1}$1)	24 10	24 10
(131) ($\bar{1}$31)	48 50	48 44
(131) (231)	17 33	17 48

$a:b:c = 0,5351:1:0,3623$
Spec. Gew. = 1,2125 bei 22° C.

Die Axenebene ist parallel zu b = (010). Der Axenwinkel ist groß, und die spitze Bisektrix ist parallel zur Axe c.

Für *Na*-Licht sind die Brechungsindices ungefähr $n_\gamma = 1,55$, $n_\beta = 1,52$, $n_\alpha = 1,48$.

Diese Zahlen sind etwas verschieden von denen im Journal of the Chemical Society, weil es besser erschien, neue Winkel zu Berechnung der Elemente zu benutzen, nachdem mehr Krystalle gemessen worden waren.

XX. Krystallmessungen einiger aromatischer Stickstoffverbindungen.

Von

Julien Drugman in Oxford.

(Mit 5 Textfiguren.)

Von Dr. F. D. Chattaway wurden mir einige aromatische Verbindungen zur Messung übergeben. Es sind die folgenden:

1. Bis-methyl-phenyl-azimethylen $\genfrac{}{}{0pt}{}{C_6H_5}{CH_3}>C=N-N=C<\genfrac{}{}{0pt}{}{C_6H_5}{CH_3}$

2. N-dichlor-benzylidendiacetamid $H_5.CH<C_6\genfrac{}{}{0pt}{}{NCl.CO.CH_3}{NCl.CO.CH_3}$

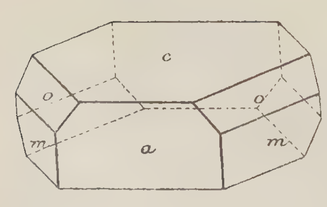
3. N-chlor-phtalimid $C_6H_5<\genfrac{}{}{0pt}{}{CO}{CO}>NCl$

3a. N-brom-phtalimid $C_6H_5<\genfrac{}{}{0pt}{}{CO}{CO}NBr$

4. N-dichlor-benzol-sulfonamid $C_6H_5.SO_2.NCl_2$.

1. Bis-methyl-phenyl-azimethylen.

Fig. 1.



Monoklin.

Die Substanz wurde zuerst aus heißem Alkohol krystallisiert, man erhält aber bessere Krystalle durch langsame Verdunstung der kalten Alkohollösung. Diese sind lebhaft gelb gefärbt und besitzen eine hohe Lichtbrechung. Folgende Formen wurden beobachtet: $c = \{001\}$, $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $m = \{110\}$, $o = \{111\}$.

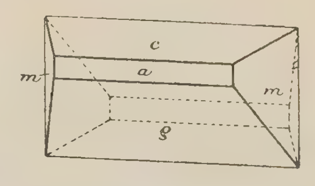
Die Krystalle sind nach der b-Axe verlängert und etwas nach $c = \{001\}$ tafelig.

	Beobachtet	Berechnet	
(100):(001)	76° 16′	—	$a:b:c = 1{,}3335 : 1 : 1{,}1667$ $\beta = 103^0\,44'$
(100) (110)	52 20	—	
(001) (111)	49 33	—	
(001):(110)	81° 41′	81° 40′	Optische Orientierung: Axenebene ∥ b = (010). Auf a = (100) ist eine Bisektrix fast senkrecht, auf c = (001) ist die andere, nach hinten geneigt, sichtbar. Der Axenwinkel ist groß, denn weder auf a oder c kann man ein Axenbild sehen. Für *Na*-Licht ist $n_\beta = 1{,}536$.
(100) (111)	53 20	53 18½	
(111) (1$\bar{1}$1)	—	75 00	
(111) (110)	32 08	32 07	

2. N-dichlor-benzylidendiacetamid.

Monoklin.

Fig. 2.



Die Substanz ist äußerst leicht zersetzlich, indem Chlor entweicht. Die Krystalle mußten daher sofort gemessen werden, denn schon nach einigen Stunden wurden die Flächen ganz matt. Die Messungen können nur als angenäherte angesehen werden.

Folgende Formen wurden beobachtet: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $\varrho = \{10\bar{1}\}$. Die Krystalle sind nach der b-Axe verlängert. Nach $a = \{100\}$ ist die Spaltbarkeit eine gute.

	Beobachtet	Berechnet	
(100):(001)	73° 04′	—	$a:b:c = 2{,}163 : 1 : 3{,}041$ $\beta = 106^0\,56'$
(100) (110)	64 12	—	
(100) (10$\bar{1}$)	41 20	—	
(001):(110)	82° 54′	82° 43′	Die Axenebene ist parallel b = (010). Eine Axe ist durch (001) im spitzen Winkel β sichtbar. Durch a = (100) ist eine Bisektrix nach der Kante a/c zu und eine nach der Kante a/c' zu sichtbar.
(001) ($\bar{1}$01)	65 45	65 36	
(110) (10$\bar{1}$)	71 06	70 54	
(110) ($\bar{1}$10)	51 22	51 36	

3. N-chloro-phtalimid.

Rhombisch-bisphenoëdrisch.

Diese Substanz ist besonders interessant, indem die Krystalle in zwei enantiomorphen Formen erhalten werden können. Aus Chloroform oder aus einem Gemisch von Chloroform und Petroläther wird sie gewöhnlich in dünnen, glänzenden Tafeln erhalten, deren Ränder und Ecken abgestumpft sind. Aus Aceton wurden Krystalle erhalten, die ausgeprägte Enantiomorphie zeigten. Rechte und linke Formen waren beide vorhanden. Durch nähere Untersuchung der tafeligen Krystalle aus Chloroform wurde auch hier Enantiomorphie erkannt, die $\{h\ k\ l\}$-Flächen sind aber sehr klein und fehlen oft ganz. Ätzversuche auf der großen tafeligen b-Fläche geben noch sicheren Beweis der Enantiomorphie; die Ätzfiguren zeigen keine Symmetrie nach einer Ebene, jedoch eine zweizählige Axe. Die Ätzflüssigkeit war Aceton, die durch Fließpapier 3—4 Sekunden auf die Krystallfläche gebracht wurde.

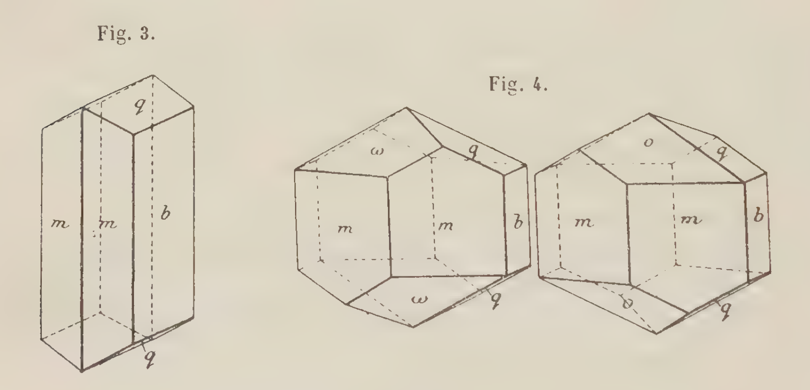


Fig. 3 zeigt den Habitus der Chloroformkrystallisationen; Fig. 4 a, b zeigt die mehr ausgeprägt enantiomorphen Krystalle aus Aceton.

Folgende Formen wurden beobachtet: $b\{010\}$, $q\{021\}$, $x\{121\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $k\{011\}$; seltener $n\{120\}$, $t\{031\}$, $y\{131\}$. Fig. 3 zeigt die einfache Combination von $\{010\}$ mit $\{021\}$ und $\{110\}$, Fig. 4 die Combination von $\{110\}$ mit $\{021\}$, $\{010\}$ und $\{111\}$. Aus Aceton wurde einmal die Combination von $\{110\}$ mit $\{021\}$ und $\{121\}$ in langen enantiomorphen, nach der c-Axe prismatischen Krystallen erhalten.

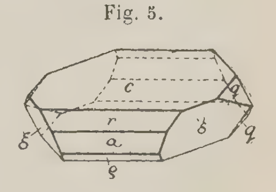
	Beobachtet	Berechnet	
(010):(021)	61° 11′	—	$a:b:c = 0{,}3000:1:0{,}275$
(010) (110)	73 18	—	
(010):(121)	67° 55′	67° 55,5′	
(010) (111)	78 28	78 32	
(010) (131)	58 56	58 41	
(010) (031)	50 55	50 28	
(021) (110)	81 54	82 02	
(021) (121)	38 20	38 46,5	
(021) (1$\bar{2}$1)	65 13	65 20	
(021) (111)	43 00	43 13	
(021) (1$\bar{1}$1)	57 31	57 31	
(021) (031)	10 27	10 43	
(110) (111)	46 15	46 15	
(110) (1$\bar{1}$1)	54 55	54 45	
(111) (1$\bar{1}$1)	23 00	22 56	
(111) ($\bar{1}\bar{1}$1)	87 15	87 30	
(111) (131)	19 42	19 51	

Das Bromid ist viel weniger beständig und konnte nur als Zersetzungsprodukt erhalten werden. Die Krystalle sind auch rhombisch und anscheinend auch bisphenoidisch und daher wohl mit dem Chlorid isomorph. Die Messung des vorhandenen Materiales war aber, wegen Unvollkommenheit der Flächen, unmöglich.

4. N-dichlor-benzolsulfonimid.

Monoklin.

Fig. 5.



Die Substanz ist schwach gelblich gefärbt. Sie ist ziemlich beständig. Die Krystalle sind nach c tafelig; zuweilen aber, durch fast gleiche Ausbildung von {001}, {100} und {011}, werden sie oktaëderähnlich.

Beobachtet wurden die Formen c{001}, a{100}, r{101}, q{110}, x{121}, ξ{$\bar{1}$21}; seltener ϱ{10$\bar{1}$}; einmal nur {010}. Nach $c = ${001} ist die Spaltbarkeit eine sehr vollkommene.

	Zahl der Beobacht.	Beobachtet	Berechn.
(001):(101)	12	$51^0 29' \pm 4$	—
(001) (100)	16	$79\ 31\ ^{+2}_{-4}$	—
(001) (011)	25	$49\ 44\frac{1}{2}'\ ^{+2}_{-5}$	—
$(001):(\bar{1}01)$	1	$67^0 10'$	$66^0 56'$
$(\bar{1}01)(\bar{1}00)$	1	33 21	33 33
(100) (101)	12	$28\ 02 \pm 3$	28 02
(100) (121)	10	$54\ 03\ ^{+9}_{-7}$	54 10
(100) (011)	2	$83\ 15\ ^{+2}_{-10}$	83 15
$(\bar{1}00)\ (\bar{1}21)$	11	$59\ 53 \pm 8$	59 54
(001) (121)	18	$65\ 39 \pm 7$	65 37
$(001)\ (\bar{1}21)$	38	$76\ 21\frac{1}{2}' \pm 6$	76 22
(101) (011)	15	$66\ 16\ ^{+7}_{-5}$	66 16
(101) (121)	14	$48\ 25\ ^{+6}_{-10}$	48 28
$(101)\ (1\bar{2}\bar{1})$	16	$73\ 20\ ^{+5}_{-8}$	73 22
$(\bar{1}01)\ (\bar{1}21)$	4	$53\ 00\ ^{+9}_{-2}$	53 00
(011) (121)	8	$33\ 03\ ^{+10}_{-6}$	33 04
$(011)\ (\bar{1}21)$	14	$40\ 24\ ^{+4}_{-9}$	40 22
$(010)\ (\bar{1}21)$	2	$37\ 00\ ^{+11}_{-12}$	37 00
$(121)\ (\bar{1}21)$	9	$66\ 02\ ^{+3}_{-5}$	65 56

$a : b : c = 0,7213 : 1 : 1,2009$
$\beta = 100^0 29'$

Die Axenebene ist parallel zur Symmetrieebene. Eine Axe ist durch (001), die erste Bisektrix ist durch (101) nach vorn geneigt sichtbar. Die Dispersion der Axen ist sehr stark.

XXI. Über Quarzzwillinge nach R (Estérel-Typus).

Von

Julien Drugman in Oxford.

Kürzlich beschrieb ich[1]) eine neue Art Quarzzwillinge nach $R\{10\bar{1}1\}$, die sich durch große Regelmäßigkeit der Ausbildung auszeichnete. Sie kommt unter den losen Bipyramiden aus dem zersetzten Esterellit vor. Wegen der eigenartigen und modellartigen Ausbildung dieses aus zwei gleich großen Bipyramiden bestehenden Zwillings schlug mir V. Goldschmidt vor, diese neue Varietät seines »Griesernthaler Gesetzes« als »Estérel«-Typus zu bezeichnen. Darüber erschien dann eine kurze Notiz in dieser Zeitschrift[2]), worin auch über das Auffinden von anderen Exemplaren dieses Estérel-Typus, sowie von ähnlich gebauten ξ-Zwillingen aus derselben Gegend berichtet wurde.

Bis jetzt waren solche Zwillinge nur im Estérel gefunden worden, dort aber in ziemlich großer Anzahl. Ich habe schon gegen drei Dutzend R-Zwillinge und fünf bis sechs ξ-Zwillinge dort gefunden; darunter viele recht scharfe.

Wegen der sehr großen Ähnlichkeit in der Ausbildung der Porphyrquarze von verschiedenen Gegenden — die gleichmäßige Entwickelung der sechs »Pyramidenflächen« und das Fehlen des Prismas — lag die Vermutung nahe, daß diese unter ähnlichen Bedingungen auskrystallisierten Quarze auch dieselben Zwillingsgesetze zeigen würden. Bei meiner Rückreise aus dem Estérel besuchte ich daher die Mineralienhandlungen von Grebel und Wendler in Genf und von Dr. Krantz in Bonn, um unter ihren Quarzvorräten nach Zwillingen zu suchen und fand in der Tat solche.

Bei Grebel und Wendler waren es nur ganz kleine Bipyramiden aus Ungarn, die sehr regelmäßig ausgebildet waren. Eine war aber weniger einfach und wurde als Zwilling nach ξ erkannt.

---

1) Mineralogical Magazine 1911, **16**, 112—117.

2) Diese Zeitschr. 1912, **50**, 598—599.

Bei Krantz waren Porphyrquarze aus Verespatak, Ungarn, und solche aus dem Uralgebirge, letztere ohne nähere Fundortsangabe, vorrätig. Eine von den Bipyramiden aus Verespatak war ein typischer R-Zwilling vom Estérel-Typus, nur daß einer von den zwei Individuen kleiner als der andere war. Besonders deutlich war der einspringende Winkel oben, die übrigen Teile waren durch parallele Verwachsungen und Löcherung weniger gut zu erkennen.

Unter den Uraler Krystallen, die meist ganz einfach und ziemlich scharf waren, war einer, der weniger einfach aussah. Es saßen darauf mehrere kleinere abgeplattete Kryställchen, die meisten in paralleler Stellung, drei aber anders gerichtet waren. Von diesen war einer anscheinend unregelmäßig aufgewachsen, die anderen zwei lagen aber symmetrisch auf dem großen. Einer lag mit paralleler R-Fläche auf einer R-Fläche des großen Krystalles; zugleich war die Zone zwischen oberer und unterer Pyramidenfläche für beide Krystalle parallel, ihre Spitzen lagen aber umgekehrt. Dieser war also ein Zwilling nach R, von gleicher Ausbildung wie Goldschmidt's Griesernthaler Stück. Das andere Kryställchen lag parallelkantig auf einer Kante zwischen zwei benachbarten Pyramidenflächen des großen und zugleich waren diese Flächen für beide Krystalle parallel. Hier aber waren die Spitzen auch entgegengesetzt gerichtet. Dieser war nach ξ verzwillingt. Auf dem einen Krystall saßen also beide Arten von Zwillingen!

In London endlich fand ich bei Gregory Porphyrquarze, die aus Cornwall stammten. Diese waren weniger scharf und von Feldspat etwas bedeckt, vier davon konnte ich aber als Zwillinge nach R erkennen. Diese waren wie der Uraler Krystall ausgebildet, indem ein kleineres Individuum parallelflächig auf dem großen mit entgegengerichteter Spitze saß. Ein Krystall, der jetzt im British Museum liegt, hatte sogar auf zwei Seiten Zwillinge nach R. Andere Bipyramiden, welche Prof. Bowman aus Cornwall mitgebracht hatte, zeigten typische symmetrische R-Zwillinge und ξ-Zwillinge.

Das Vorkommen von R-Zwillingen unter Porphyrquarzen aus vier verschiedenen Gegenden beweist, daß dieses Gesetz nicht nur eine interessante lokale Erscheinung ist, sondern ein für diesen Quarztypus ganz allgemeines Gesetz. Wegen der sehr regelmäßigen Ausbildung und Häufigkeit, besonders im Estérel, verdient es wohl, als besonderer Typus, der »Estérel-Typus« genannt zu werden. ξ-Zwillinge kommen auch unter diesen Bipyramiden vor, dem Anschein nach aber viel seltener. Es würde interessant sein, diese Annahme durch Aufsuchen von Zwillingen unter Bipyramiden aus einer noch größeren Zahl von Fundorten zu controllieren.

XXII. Über die chemische Formel der Turmaline.

Von

W. Vernadsky in St. Petersburg.

Die neue, sehr interessante Arbeit von W. T. Schaller[1]) hat uns der Lösung der Frage nach der chemischen Constitution der Turmaline näher gebracht. Herr Schaller hat fünf neue Analysen von verschiedenen Turmalinen ausgeführt und die frühere Formel von Penfield und Foote in allgemeinerer Form bestätigt.

Diese Formel haben Penfield und Foote $H_9Al_3(BOH)_2Si_4O_{19}$ geschrieben. Da das Verhältnis von $Al:B$ schwankend ist und meistens nicht $Al_3:B_2$ entspricht, hat W. T. Schaller diese Formel bei Seite gelassen und sieht die Turmaline einfach als Abkömmlinge von $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ an. Bei kritischer Durchsicht der Analysen Schallers, sowie der besten älteren, kann kein Zweifel über die Richtigkeit der so geschriebenen empirischen Formel von Penfield bleiben. Man muß sie jetzt für die Turmaline annehmen und auf sie basierend deren chemische Constitution deuten.

Aber in der angegebenen Weise geschrieben, ist diese Formel für uns ganz unverständlich. Es ist ohne Zweifel unmöglich, bei unseren jetzigen chemischen Kenntnissen die Turmaline als Salze einer hypothetischen Borkieselsäure $B_2Si_4O(HO)_{20}$ zu betrachten. Wenn es auch möglich wäre, in den Turmalinen *Mg*-, *Na*-, *Fe*- usw. Salze dieser Säure zu sehen, so ist dies ganz unmöglich für Tonerde als Base. Wir wissen aber, daß die Turmaline sehr reich an Tonerde sind. Aluminiumsalze einer Borkieselsäure sind aber chemisch unmöglich, da Aluminium und Bor analoge chemische Funktionen in den Silikaten haben. Noch weniger wäre es möglich, Aluminiumsalze von Borkieselsäure, welche den Salzen von ein- oder zweiwertigen Metallen analog wären, anzunehmen.

Auch Herr Schaller hält sie nicht für solche Salze. Zur Deutung der Analysen nimmt er mindestens vier verschiedene Typen von Silikaten

1) W. T. Schaller, diese Zeitschr. 1912, **51**, 320 ff.

an, welche alle der Formel $\overset{I}{R}_{20}B_2Si_4O_{21}$ nicht widersprechen und in welchen die Beziehung zwischen Bor und Aluminium durch einfache Zahlen gegeben ist.

Diese vier Silikate sind folgende:

$$12SiO_2 . 3B_2O_3 . 8Al_2O_3 . 3RO . 3H_2O$$
$$12SiO_2 . 3B_2O_3 . 5Al_2O_3 . 12RO . 3H_2O$$
$$12SiO_2 . 3B_2O_3 . 9Al_2O_3 . 3H_2O$$
$$12SiO_2 . 3B_2O_3 . 7Al_2O_3 . 6RO . 3H_2O.$$

Irgend welche chemische Deutung dieser complexen Körper ist in der Arbeit Schaller's nicht gegeben[1]).

Es scheint mir aber, daß auch bei unseren jetzigen Kenntnissen eine theoretische Erklärung der chemischen Zusammensetzung der Turmaline gegeben werden kann, und daß, basierend auf der empirischen Formel $\overset{I}{R}_{20}B_2Si_4O_{21}$, unter den vielen ihr entsprechenden Silikaten einige wenige ausgewählt werden können. Unter diesen wenigen (drei) finden wir nur ein Silikat, welches auch Herr Schaller zur Deutung seiner Analysen angenommen hat.

Vor vielen Jahren habe ich einen Versuch gemacht, eine allgemeine Theorie der Alumosilikate zu geben[2]). Es ist nun möglich, diese Theorie zur Deutung der Turmalinanalysen einfach anzuwenden. Für die Turmaline habe ich, den Arbeiten von Penfield und Foote folgend, eine allgemeine Formel gegeben:

$$\left[p\ \overset{I}{M}_2B_2Si_2O_8 . qM_2Al_2Si_2O_8\right]^r . r\ A.$$

Die Structur der Atomgruppe A schien mir durch die Analysen wenig aufgeklärt zu sein (vielleicht wäre sie reich an Alkalimetall) und die Coëfficienten p, q, n, r schienen variabel zu sein[3]).

1) Er hat versucht, empirisch noch eine weitere Einschränkung der Formel $\overset{I}{R}_{20}B_2Si_4O_{21}$ zu geben, indem er gezeigt hat, daß sie als $\overset{I}{R}_{14}H_6B_2Si_4O_{21}$ oder $\overset{I}{R}_{12}H_8B_2Si_4O_{21}$ geschrieben werden kann und daß in R der Gehalt an Aluminium sich im umgekehrten Verhältnis zu den zwei- und einwertigen Metallen ändert.

2) В. Вернадскій, О группѣ силлиманита и роли глинозема въ силикатахъ. М. 1891 (auch im Bulletin de la Soc. des Natur. de Moscou 1891). Его же, Лекціи описат. минералогіи. I, М. 1899. W. Vernadsky, diese Zeitschr. 1901, **34**, 37. В. Вернадскій, Минералогія, I, М. 1908; 3 изд. М. 1911; II, М. 1910, 3 изд. М. 1912. Его же, Труды Геолог. Музея Имп. Акад. Наукъ. II, Спб. 1908, 81. Его же, Извѣстія Спб. Акад. Наукъ. Спб. 1909, стр. 1183. Für die weitere selbständige Entwickelung dieser Ansichten siehe die Arbeiten von A. Fersmann über die Magnesiasilikate: A. Fersmann, Bulletin de l'Acad. de St-Petersbourg, Sptb. 1908, 255, 637. Его же, Изслѣдованія въ области магнезіальн. силикатовъ. Спб. 1913.

3) В. Вернадскій, Минералогія II, М. 1912, 499.

Aber jetzt nach der Arbeit von Schaller kann man im Sinne meiner Theorie sich viel bestimmter über die Zusammensetzung der Turmaline aussprechen.

Ich erlaube mir aber vorher in wenigen Worten das Nötige zum Verständnis der nächstfolgenden Erläuterungen zu sagen.

Alle natürlichen Alumosilikate können in drei chemisch grundverschiedene Klassen eingeteilt werden:

1. Die Alumosilikate, deren freie Alumokieselsäure als Tone bekannt sind, und welche alle als Salze (oder Additionsprodukte dieser Salze) von der allgemeinen Formel: $\overset{\mathrm{I}}{M}_2 Al_2 Si_{2+n} O_{8+2n}$ zu deuten sind. In dieser Formel ist der Coëfficient n gleich 2, 4, 6, 8, vielleicht auch 10. Alle diese Alumosilikate sind Salze (oder Additionsprodukte) der Alumokieselsäuren: $Al_2Si_2O_6(HO)_2$, $Al_2Si_4O_{10}(HO)_2$, $Al_2Si_6O_{14}(HO)_2$ usw. Im allgemeinen gehen sie an der Erdoberfläche in Tone über und verwandeln sich leicht bei verschiedenen natürlichen Veränderungen oder chemischen Versuchen im Laboratorium ineinander. Ich werde alle diese Verbindungen als »Alumosilikate mit Kaolinkern« bezeichnen, da man in allen die höchstcharakteristische Kernstructur, die cyclische Structur, leicht entdecken kann, welche in der Structurformel des Kaolins sehr scharf angedeutet ist.

Man kann den Kaolin ($H_2Al_2Si_2O_8 . H_2O$) durch folgende Formel erklären:

```
              OH
              |
             /Al\
            O    O
            |    |
   HO\      |    |
   HO/ Si        Si = O
            |    |
            O    O
             \Al/
              |
              OH
```

Wahrscheinlich aber haben wir im Kaolin eine verdoppelte symmetrische Formel:

```
          OH                 OH
          |                  |
         /Al\               /Al\
        O    O             O    O
        |    |             |    |
 HO\          /O\                  /OH
 HO/ Si    Si<   >Si          Si<
          \O/                      \OH
        |    |             |    |
        O    O             O    O
         \Al/               \Al/
          |                  |
          OH                 OH
```

In allen Alumosilikaten von diesem Typus haben wir immer den Kaolin- (oder Muskovit-)Kern:

$$
\begin{array}{ccccc}
 & & OR & & \\
 & & | & & \\
 & / & Al & \backslash & \\
 & O & & O & \\
 & | & & | & \\
O = & Si & & Si & = O \\
 & | & & | & \\
 & O & & O & \\
 & \backslash & Al & / & \\
 & & | & & \\
 & & OR & &
\end{array}
$$

Die meisten und verbreitetsten Alumosilikate, wie Glimmer, Feldspate, Leucite, Nepheline, Zeolithe usw. gehören zu diesem Kaolintypus.

2. Ganz verschieden von diesen Kaolinsilikaten sind die Silikate, zu welchen die Chlorite gehören. Hier müssen wir eine ganz andere Constitution annehmen. Die Grundverschiedenheit beider Typen ist am besten in der Anzahl der Hydroxylgruppen, welche einen sauren Charakter haben und deren Wasserstoff durch Metalle ersetzt sein kann, zu sehen. Bei den Alumosilikaten mit Kaolinkern finden sich immer nur zwei solche Hydroxylgruppen. Bei den Alumosilikaten der Chloritgruppe ist die Anzahl solcher **Hydroxylgruppen immer mehr als zwei.**

Wenn wir z. B. von dem hypothetischen Anhydrid $Al_2Si_2O_7$ ausgehen, so haben wir:

$Al_2Si_2O_6(OH)_2$ — Kaolinsäure

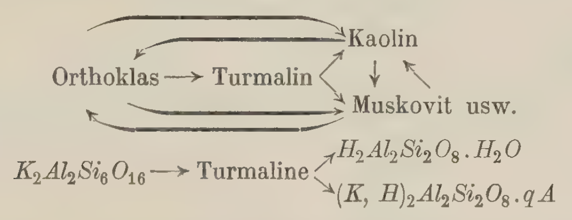
$Al_2Si_2O_5(HO)_4$
$Al_2Si_2O_4(HO)_6$
$Al_2Si_2O_3(HO)_8$ usw.
} Hypothetische Säuren, welche den Chloriten entsprechen.

Das letzte mögliche Glied der Chloritreihe, welches diesem Anhydrid entspricht, kann die Formel $Al_2Si_2(HO)_{14}$ haben. So wie bei den Mineralien mit Kaolinkern, muß man auch hier Additionsprodukte der chloritsauren Salze annehmen (z. B. $p\overset{\mathrm{I}}{R}_{14}Al_2Si_2O_{14}.qA$). Es scheint, daß die Salze und Additionsprodukte der Chloritsäuresalze keine cyclische Structur besitzen.

3. Es gibt aber noch eine dritte Art von Alumosilikaten, welche als Salze (und deren Additionsprodukte) der einfachen Alumokieselsäuren $Al_2SiO_{5-n}(HO)_{2n}$ zu deuten sind und sich scharf von allen anderen Alumosilikaten durch ihren Metamorphismus und ihre Verwitterung unterscheiden. Es sind Abkömmlinge von dem Anhydrid Al_2SiO_5 (Sillimanit usw.). Zu diesen Alumosilikaten gehören alle Chloritoide. Es scheint, daß sie sehr reich an Tonerde sein können, welche dann in die Additions-Atomgruppe eintritt.

So können wir unter den Alumosilikaten drei große Gruppen von verschiedener chemischer Constitution unterscheiden: 1. Alumosilikate mit Kaolinkern, 2. Alumosilikate von chloritischen Säuren und 3. Chloritoidgruppe. Alle natürlichen Alumosilikate lassen sich in diese drei Abteilungen einordnen.

Ohne Zweifel gehört die Turmalingruppe zu den Alumosilikaten mit Kaolinkern. Folgende Betrachtungen bringen einen Beweis dafür. Erstens die verbreitetste Umwandlung von Turmalinen liefert Tone (Kaoline) und Alkaliglimmer. Zweitens: es sind auch Umwandlungen von Alkalifeldspäten in Turmaline bekannt, da Turmaline Pseudomorphosen nach Orthoklas bilden. Alle diese Mineralien, die chemisch mit Turmalinen verknüpft sind, stellen Alumosilikate mit Kaolinkern dar.



Aus diesen Umwandlungen folgt ohne Zweifel, daß man in der Turmalinformel den Kaolinkern — $\overset{\mathrm{I}}{M}_2Al_2Si_2O_8$ — annehmen muß, um diese chemischen Reactionen zu verstehen. Während dieser chemischen Veränderungen wird die Hauptstructur der Turmaline nicht zerstört und die Atomgruppierungen bleiben teilweise unverändert. Es ist wichtig zu bemerken, daß wir für Turmaline keine anderen Alumosilikate genetisch verbinden können.

Aber die Turmaline enthalten nicht nur Alumo-, sondern auch Borsilikate. Alle natürlichen Borsilikate sind analog den Alumosilikaten mit Kaolinkern (Axinit, Datolith, Danburit) constituiert. Wir finden auch Bor meistens in anderen Alumosilikaten mit Kaolinkern concentriert[1]). Es ist deshalb wahrscheinlich, daß auch in den Turmalinen das Bor sich in analoger Stellung befindet, d. h. wir müssen in den Turmalinen den Complex — $\overset{\mathrm{I}}{M}_2B_2Si_2O_8$ — annehmen, welcher ganz analog dem Kaolinkern constituiert ist, d. h. eine cyclische Structur hat.

Da aber Schaller die Turmalinformel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ bestätigt hat, ist es klar, daß in den Turmalinen immer nur ein complexer Kern von der Zusammensetzung $\overset{\mathrm{I}}{M}_4Al_2B_2Si_4O_{16}$ (oder auch, wie wir sehen werden, $M_2Al_2B_2Si_4O_{15}$)

---

1) Es scheint jedoch, daß Bor auch in der Chloritoidgruppe existiert. So ist es in den freien Anhydriden, in der Sillimanitgruppe, nachgewiesen. Spektroskopisch kann man es im Waluewit usw. finden. Diese Verbreitung des Bors macht die Existenz von Kieselborsäure (oder deren Salzen) vom Typus $H_2B_2SiO_6$ wahrscheinlich.

existiert. Wir können die Turmaline als Additionsprodukte von zwei cyclischen Kernen von Kaolinstructur darstellen. Ein Kern ist durch das Alumosilikat, der andere durch das Borsilikat gebildet; beide haben dieselbe chemische Structur. Als allgemeines Resultat dieser Betrachtungen muß für die Turmaline folgende Gleichung existieren:

$$\overset{I}{M}_4 Al_2 B_2 Si_4 O_{16} . A = \overset{I}{M}_{20} B_2 Si_4 O_{21} .$$

Aus der Beschaffenheit von Alumokieselsäuren des Kaolintypus und deren Salzen ist es schon lange bekannt, daß Kaolinkerne sehr leicht zusammengesetzte Kerne bilden. Solche Erscheinungen beobachten wir z. B. in den Gruppen des Nephelin, Epidot, Vesuvian usw.[1]). Es ist eine Erscheinung, welche ganz analog der complexen Kernbindung von organischen Kernverbindungen, z. B. den Naphtalinen, ist.

Am besten kann man solche Erscheinungen durch Structurformeln sich klar machen.

Für die Turmaline müssen wir folgende Structurformel der Kerne annehmen:

```
              OM                  OM
              |                   |
             Al                   B
           /    \               /   \
          O      O             O     O
          |      |             |     |
    O = Si      Si < O > Si          Si = O
          |      |    O        |     |
          O      O             O     O
           \    /               \   /
             Al                   B
              |                   |
              OM                  OM
```

welche der Formel $M_4 Al_2 B_2 Si_4 O_{16}$ entspricht. Aber die Arbeit Schaller's gibt uns einen Fingerzeig zur weiteren Entwickelung der Turmalinstructur. Die allgemeine Turmalinformel muß nach diesen Arbeiten der Formel $M_{20} B_2 Si_4 O_{21}$ entsprechen. Es scheint zwischen dem Aluminiumoxyd und dem Metalloxyd ein engerer Zusammenhang zu existieren. Der Rest von den Atomgruppen, welche der Formel $M_{20} B_2 Si_4 O_{21}$ entsprechen, mit Ausschluß der Kernatome $M_4 Al_2 B_2 Si_4 O_{16}$, muß als Addition zu diesem complexen Kern in die Structurformel des Turmalin eingehen. Die Möglichkeit des Eintretens von neuen Atomen — ohne Zerstörung der Kernstructur — kann sehr leicht aus der Structurformel mit Kaolinstructur ersehen werden. Wir müssen für die Turmaline zu diesem complexen Kern noch zehn Wasserstoffatome (oder ihnen entsprechenden Metallatome) — $10 \overset{I}{M} O$ — angehängt denken.

[1]) Siehe B. Вернадскій, Минералогія II, M. 1912, 441 ff.

Aus den Arbeiten Schallers folgt, daß ein einfacher Zusammenhang zwischen den Aluminiumatomen und den anderen metallischen Atomen in Turmalinen zu existieren scheint, d. h. die Zahl der Aluminiumatome steigt, wenn die Zahl der ein- und zweiwertigen Metalle fällt, oder umgekehrt. Wir können dann annehmen, daß diese wandelnden Aluminiumatome in die Additionsgruppe von $10\overset{\mathrm{I}}{M}O$ eingehen, und daß zwei scharf getrennte Möglichkeiten für die Additionsgruppen der Turmalinformel zu denken sind: 1. alle möglichen Wasserstoffatome entsprechen den Aluminiumatomen (II) und 2. keine Aluminiumatome treten in die Additionsposition ein (III). Zwischen diesen Grenzfällen können wir noch wenige andere Möglichkeiten denken.

Für den einfachsten Fall eines complexen Boraluminiumkernes haben wir dann nur vier Gruppierungen, entsprechend $M_{20}B_2Si_4O_{21}$:

(Siehe S. 280).

Es scheint, daß Formel I und IV einen Isomeriefall darstellen.

Wir können dasselbe Resultat auch anders schreiben und für den einfachsten Fall eines complexen Aluminiumborkernes mit Kaolinstructur folgende drei möglichen Silikate, welche die Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ entsprechen, annehmen:

1. $4M_2O.2Al_2O_3.B_2O_3.4SiO_2$
2. $M_2O.3Al_2O_3.B_2O_3.4SiO_2$
3. $7M_2O.\ Al_2O_3.B_2O_3.4SiO_2$.

Doch können noch Alumoborsilikate existieren, welche auch von Schaller angenommen sind und die $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ entsprechen, aber aus mehreren complexen Boralumokaolinkernen zusammengesetzt sind. Schaller nimmt in allen seinen Berechnungen eine dreifache Formel — $[H_{20}B_2Si_4O_{21}]^3$ — an und kommt dann im allgemeinen zu viel complicierteren Alumoborsilikaten, als die hier angenommenen[1]). Es ist klar, daß, wenn wir die Möglichkeit von polymeren Boralumokaolinkernen annehmen, es möglich ist, viele andere Alumoborsilikate entsprechend den hier angenommenen vier Typen zu erhalten. So können wir z. B. für $[H_{20}B_2Si_4O_{21}]^2$, noch folgende drei mögliche Turmaline erhalten:

$$M_{34}Al_2\ B_4Si_8O_{42}$$
$$M_{22}Al_6\ B_4Si_8O_{42}$$
$$M_{10}Al_{10}B_4Si_8O_{42}$$

und für $[H_{20}B_2Si_4O_{21}]^3$ noch sechs oder sieben andere[2]).

---

1) Das zweite Alumoborsilikat — $M_2Al_6B_2Si_4O_{21}$ — ist aber auch von Schaller angenommen worden.

2) In diesem Falle ist das letzte Alumoborsilikat — $Al_{20}B_6Si_{12}O_{63}$ — ein complexes Alumoborkieselsäureanhydrid. Es ist fraglich, ob es auch in isomorpher Mischung mit Salzen eintreten kann. Wir haben für $[H_{20}B_2Si_4O_{21}]^3$ folgende neue Alumoborsilikate: (Forts. S. 281.)

I. $\overset{I}{M}_8 Al_4 B_2 Si_4 O_{21} = \overset{I}{M}_{20} B_2 Si_4 O_{21}$.

II. $\overset{I}{M}_2 Al_6 B_2 Si_4 O_{21} = \overset{I}{M}_{20} B_2 Si_4 O_{21}$.

III. $\overset{I}{M}_{14} Al_2 B_2 Si_4 O_{21} = \overset{I}{M}_{20} B_2 Si_4 O_{21}$.

IV. $\overset{I}{M}_8 Al_4 B_2 Si_4 O_{21} = \overset{I}{M}_{20} B_2 Si_4 O_{21}$.

Bei der Aufsuchung von möglichen Alumoborsilikaten zur Deutung der Turmalinanalysen ist Schaller empirisch, ohne irgendwelche Beziehung zu der hier entwickelten Silikattheorie, vorgegangen. Nichtsdestoweniger ist er auf diesem Wege nur zu für Turmalin theoretisch möglichen chemischen Componenten gekommen. Alle seine vier Silikate besitzen dieselbe Alumoborkaolinkernstructur und können leicht theoretisch aus solchen polymeren Kernen berechnet werden.

Es ist aber fraglich, ob wir zur Deutung der Turmalinanalysen polymere Aluminiumborkaolinkerne annehmen müssen. Diese Hypothese scheint mir nicht notwendig. Von 16 Analysen können 12 sehr gut mit den einfachen Formeln, ausgehend von einem Boraluminiumkaolinkern, berechnet werden. Von vier anderen Analysen entspricht Nr. 5 (blauer Turmalin von Pala) nach der Analyse von Scharizer der Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ nicht und kann nicht in Rechnung genommen werden, wie es auch Schaller getan hat. In der Analyse dieses Turmalins muß irgendwelcher Fehler eingetreten sein. Aber auch die Analysen Nr. 1, 9 und 10 entsprechen nicht ganz den Berechnungen aus den Formeln mit einem einzigen Alumoborkaolinkern. Außerdem entsprechen die Analysen Nr. 9 (Pierrepoint) und 10 (Hamburg) der Schallerschen Formel $H_{60}B_6Si_{12}O_{63}$ nicht. Wir finden für Nr. 9 $H_{51}B_6Si_{12}O_{65,5}$ und für Nr. 10 $H_{66}B_6Si_{12}O_{66}$. Sie können auch nicht gut durch Schaller's Alumoborsilikate berechnet werden. Wahrscheinlich liegt die Ursache auch hier in Analysenfehlern. Die Abweichungen von der Berechnung sind aber in diesen zwei Fällen nicht sehr groß. Viel größer sind die Abweichungen bei der Analyse Nr. 1 (blaßroter Turmalin von Elba), welcher theoretisch sehr interessant ist.

Dieser blaßrote Turmalin von Elba entspricht nach Schaller[1]) ziemlich gut der Formel $H_{60}B_6Si_{12}O_{63}$ (bzw. $H_{60,2}B_{5.6}Si_{12}O_{62,5}$), wenn wir nur die Wasserstoffverhältnisse annehmen und keinen Unterschied zwischen Aluminium, ein- und zweiwertigen Metallen und Wasser machen. Aber dieses Zusammenfallen wird schon viel mangelhafter ausfallen, wenn wir diese drei Gruppen einzeln nehmen:

$$12SiO_2 . 2{,}19B_2O_3 . 8{,}16Al_2O_3 . 1{,}86M_2O . 3{,}72H_2O, \text{ d. h.}$$

$$12SiO_2\, 3B_2O_3\, 9Al_2O_3\, 2MO\, 4H_2O = \overset{I}{M}_{66}B_6Si_{12}O_{66}.$$

$$M_{54}Al_2\,B_6Si_{12}O_{63}$$
$$M_{48}Al_4\,B_6Si_{12}O_{63}$$
$$M_{36}Al_8\,B_6Si_{12}O_{63}$$
$$*M_{30}Al_{10}B_6Si_{12}O_{63}$$
$$*M_{18}Al_{14}B_6Si_{12}O_{63}$$
$$*M_{12}Al_{16}B_6Si_{12}O_{63}$$
$$Al_{20}B_6Si_{12}O_{63}.$$

Die mit * bezeichneten sind von Schaller angenommen worden.

1) Schaller, l. c. 324.

Diese Abweichung von der Formel macht es, wenn wir zu den Molekularverhältnissen der Wasserstoffäquivalente übergehen, wahrscheinlich, daß hier Al_2O_3 (und B_2O_3) zu niedrig[1]), Alkalimetalle usw. und Wasser zu hoch durch die Analyse bestimmt sind. Wenn es so wäre, dann hätten wir in diesem Turmalin das einfache Glied der Turmalinreihe, welches den Alumoborsilikat II (s. S. 280) entsprechen könnte von der Zusammensetzung:

$12SiO_2 3B_2O_3 9Al_2O_3 3RO$ (anstatt $12SiO_2 . 2{,}79B_2O_3 . 8{,}76Al_2O_3 . 5{,}58RO$).

Es wäre höchst interessant, nochmals die Analyse dieses Turmalins zu wiederholen und zu sehen, ob er nicht einer einfachen Mischung von

$$\begin{matrix} LiHAl_6B_2Si_4O_{21} \\ NaHAl_6B_2Si_4O_{21} \end{matrix} \text{ oder } (Li, Na, H)_2Al_6B_2Si_4O_{21}$$

entspricht. Man muß nicht vergessen, daß bis jetzt die Analysen der Turmaline von Elba, welche von verschiedenen Chemikern gemacht sind, nicht zusammenfallen und daß Schaller nur eine — keine zwei controllierenden Analysen — von diesem Turmalin gemacht hat.

Wäre es aber anders und die Analyse richtig, so muß man für diesen Turmalin irgendwelche von den complicierteren Formeln annehmen, wie es Schaller getan hat, und für Turmaline im allgemeinen die Möglichkeit von polymeren Alumoborkaolinkernen für bestätigt hatten. Aber es ist vorsichtiger, noch eine andere Analyse zu abzuwarten.

Für alle anderen Turmaline haben wir in Prozenten folgende Zusammensetzung als Mischung der aufgestellten drei Glieder. In der Tabelle nehmen wir als $A = I = IV = M_8Al_4B_2Si_4O_{21}$, $B = III = M_{14}Al_2B_2Si_4O_{21}$ und $C = II = M_2Al_6B_2Si_4O_{21}$. Alle analysierten Turmaline, welche von Schaller zur Formberechnung angenommen wurden, können dann als folgende isomorphe Mischungen von A, B und C betrachtet werden (Tabelle 1). In dieser Tabelle ist X das Verhältnis zwischen berechnetem und gefundenem Molekularverhältnis für Al_2O_3 und Y dasselbe für $H_2O + MO$.

Tabelle 1.

					X.	Y.
II.	Roter T. von Mesa Grande	$A = 33$	$B = 0$	$C = 65$	0,99	1,0
III.	Blaßgrüner T. v. » »	$A = 34$	$B = 0$	$C = 66$	0,90	1,0
IV.	Grüner T. Haddam Neck	$A = 48$	$B = 0$	$C = 52$	1,0	1,0
VI.	Schwarzer T. von Ramona	$A = 57$	$B = 0$	$C = 43$	1,0	0,98
VII.	Schwarzer T. v. Lost Valley	$A = 57$	$B = 11$	$C = 32$	1,0	1,09
VIII.	De Kalb	$A = 97$	$B = 3$	$C = 0$	0,94	1,04
XI.	Brasilien D	$A = 77$	$B = 0$	$C = 23$	1,0	0,96
XII.	Haddam	$A = 88$	$B = 0$	$C = 12$	1,0	0,98
XIII.	Monroe	$A = 91$	$B = 0$	$C = 9$	1,0	1,00

1) Nicht zu hoch, im Gegensatz zu Schaller (324).

XIV. Oxford	$A = 88$	$B = 0$	$C = 12$	1,0	0,97
XV. Alabaschka	$A = 75$	$B = 0$	$C = 25$	1,01	0,99
XVI. Auburn D	$A = 71$	$B = 0$	$C = 29$	1,0	0,98

Wie man aus dieser Tabelle sieht, ist das Verhältnis zwischen den berechneten und gefundenen Molekularverhältnissen sehr gut. Man kann deshalb glauben, daß diese Formeln für die allgemeine Vorstellung über die chemische Zusammensetzung der Turmaline genügend sind.

Von diesen allgemeinen Formeln muß man jedoch noch zu speciellen Formeln übergehen, und hierbei finden wir keine größeren Schwierigkeiten als bei anderen Alumosilikaten, nur bedarf es noch neuen Analysenmaterials.

Es ist aber auch jetzt schon möglich, auf Grund des Analysenmaterials von Herrn Schaller etwas weiter zu gehen. So in Turmalin Nr. 1 (Elba) haben wir das fast reine (wahrscheinlich ganz reine) Alumoborsilikat $C = \overset{I}{M}_2Al_6B_2Si_4O_{21}$. Der Turmalin Nr. 8 (De Kalb) gibt uns das fast reine Alumoborsilikat $A = \overset{I}{M}_8Al_4B_2Si_4O_{21}$. Wir können erwarten, daß wir bei neueren Analysen ganz reine Varietäten finden werden, da sie in der Natur zu existieren scheinen. Deshalb ist es vielleicht zweckmäßig, diesen drei theoretischen Componentenreihen der Turmaline besondere Namen zu geben. So können wir vielleicht die C-Reihe Elbaitreihe, B-Reihe Belbaitreihe und A-Reihe Kalbaitreihe nennen. In den Turmalinen von Elba und De Kalb haben wir reine Mischungen, im ersten Falle von Elbaiten, im zweiten von Kalbaiten. Alle anderen Turmaline entsprechen Mischungen von Componenten verschiedener Reihen.

Die Analysen von Turmalinen erlauben uns noch etwas tiefer in die Natur des Kaolinkernes der Turmaline einzugehen. Es scheint, daß wir es hier mit sauren Kernen zu tun haben, in welchen freie Hydroxylgruppen existieren. Wenn Schaller für alle seine complexen Silikate $3H_2O$ annahm, hat er mit anderen Worten dieselbe Eigenschaft der Turmalinkerne gefunden, da alle seine complexen Silikate, wie wir gesehen haben, den polymeren dreifachen Alumoborkaolinkernen entsprechen. Auf jedem Alumoborkaolinkern hat dann Schaller nur ein Molekül Wasser gefunden. Deshalb müßte man nach Schaller in den Turmalinen immer Kerne von der Art $H_2Al_2B_2Si_4O_{15}$ oder $H_2M_2Al_2B_2Si_4O_{16}$ finden. Aber Schaller hat große Abweichungen von diesen Wasserquantitäten nachgewiesen: viele Turmaline enthalten mehr Wasser, als es für $3H_2O$ in Schaller's Formeln notwendig ist[1]).

Es scheint aber, daß mindestens ein Molekül Wasser auf einen Alumoborkaolinkern immer in den Turmalinen existiert. Man könnte deshalb die

---

1) Schaller, l. c. 333.

Hypothese versuchen, ob in den Turmalinen die HO-Gruppen vielleicht nicht im Kern mit Al- und B-Atomen verbunden wären. Dann hätten wir:

Elbaitreihe $H_2Al_6B_2Si_4O_{21}$ oder $HMAl_6B_2Si_4O_{21}$
Belbaitreihe $H_4M_{10}Al_2B_2Si_4O_{21}$
Kalbaitreihe $H_4M_4Al_4B_2Si_4O_{21}$.

Bei dieser Hypothese ergibt sich eine Isomerie in der Kalbaitreihe, da die beiden Formeln I und IV (s. S. 280) verschiedene Structur haben können: $H_4M_4Al_4B_2Si_4O_{21}$ und $H_2M_6Al_4B_2Si_4O_{21}$. Aber die Alkalimetalle müssen in den Turmalinen dieselbe Stellung wie die Hydroxylgruppen annehmen können. Wenn es anders wäre, dann könnten die Turmaline mit Elbaitformel keine Alkalien enthalten, was sehr unwahrscheinlich ist, da wir in den Turmalinen immer Natrium finden und der an Elbait reichste Component — der rosa Turmalin von Elba — reich an Natrium und Lithium ist. Es scheint daher, daß die Kerne der Turmaline als Hydroxyl- oder Alkalihydroxylboraluminiumkerne betrachtet werden müssen, und daß die Additionsgruppen zu diesen Kernen nur durch Aluminium und zweiwertige Metalle gebildet sind.

Gewiß ist dies nur eine Hypothese. Aber sie kann doch durch analytische Daten geprüft werden, wovon hier ein Beispiel gebracht werden möge. Der schwarze Turmalin von Ramona ist von Schaller kritisch untersucht worden und dieser ist zum Schlusse gekommen, daß dieser Turmalin, als Mischung von drei Componenten aufzufassen ist. Diese drei Componenten sind nach Schaller folgende:

$12SiO_2 3B_2O_3 8Al_2O_3 3H_2O 3H_2O$ (sic)
$12SiO_2 3B_2O_3 7Al_2O_3 6FeO 3H_2O$
$12SiO_2 3B_2O_3 5Al_2O_3 12Na_2O 3H_2O$.

Schaller fügt hinzu: »Vielleicht ist auch eine andere Deutung noch möglich, aber den dritten Formeltypus müssen wir einführen«[1]).

Nach meiner Theorie ist aber dieser Turmalin als Mischung von zwei Formeltypen gebildet, aus 57% Kalbait und 43% Elbait. Wenn wir für den Kalbait, welcher in diesen Turmalin eintritt, die Formel $H_4Fe_2Al_4B_2Si_4O_{21}$ und für den Elbait $NaHAl_6B_2Si_4O_{21}$ annehmen, so finden wir eine ganz befriedigende Übereinstimmung der gefundenen und berechneten Werte. Man muß nur Mangan nicht als MnO, sondern als Mn_2O_3 deuten, was gewiß mit demselben Recht geschehen kann, mit welchem Schaller es für MnO gehalten hat[2]).

Für den Turmalin von Ramona haben wir: (Tabelle 2).

---

1) Schaller, l. c. 339. S. auch 343 (mindestens vier allgem. Formeln).

2) In Kaolinkernen tritt Mn sehr oft im Kerne anstatt Al auf, z. B. in Epidoten oder Granaten.

Tabelle 2.

	Gefunden von Schaller:	43% von Elbait $NaH\,Al_6B_2Si_4O_{21}$:	Rest für Kalbait aus Analyse:	oder vereinfacht:	Berechnet 57% Kalbait $H_4Fe_2Al_4B_2Si_4O_{21}$:	Berechnet aus 43 Elbait u. 57 Kalbait:	Unterschied:
SiO_2	35,21	15,78	19,43	19,43	19,78	35,56	+ 0,35
B_2O_3	10,43	4,57	5,86	5,86	5,73	10,30	— 0,13
Al_2O_3	36,07	20,02	16,05	16,91	16,75	36,77	— 0,16
Ti_2O_3	0,23	—	0,23	—	—	—	
FeO	11,11	—	11,11	11,40	11,79	11,79	+ 0,39
MnO	0,98	—	0,98	—	—	—	
CaO	0,25	—	0,25	—	—	—	
MgO	0,19	—	0,19	—	—	—	
Na_2O	1,92	2,08	—	—	—	2,08	+ 0,16
Li_2O	Spur	Spur	—	—	—		
H_2O	3,51	0,59	2,92	2,92	2,94	3,53	+ 0,02
	99,90					100,03	

Es ist offenbar, daß hier keine zufällige Übereinstimmung vorliegen kann und daß wir nicht nur den Ramonaturmalin aus der Mischung von nur zwei einfachen Gliedern gebildet betrachten können, sondern auch diese zwei Glieder saure Kerne darstellen.

Wir können sagen, daß der Ramonaturmalin aus 43% Elbait von der Formel $NaHAl_6B_2Si_4O_{21}$ und 57% Kalbait von der Zusammensetzung $H_4Fe_4Al_4B_2Si_4O_{21}$ gebildet ist.

Leider ist es sehr schwer zu entscheiden, wie sich *Na* und *Li* zwischen den Turmalinen von Typus Elbait und Kalbait teilen, wenn diese beiden Alkalien an der Zusammensetzung des Minerales teilnehmen. Der Ramonaturmalin war sehr bequem für die Rechnung, da er frei von Lithium war. Es scheint, daß wir merklich complexe Silikate vom Kalbaittypus haben, wenn diese kein Eisen enthalten (z. B. Nr. 2 Schallers, wo wahrscheinlich *Na* in das Kalbaitsilikat eintritt).

Die Seltenheit von Belbait (Component *B*), welcher sehr arm an Tonerde ist, ist sehr merkwürdig. Er wird nur zweimal und immer in sehr kleiner Quantität angetroffen. Das Alumoborsilikat *B* ist in seiner Constitutionsformel von anderen Turmalinen ziemlich verschieden, wie eine Vergleichung der Constitutionsformel (s. S. 280) lehrt. Man könnte glauben, daß wir hier ein eisenhaltiges Silikat haben, da wir dann eine Analogie in den Formeln von Belbait und Kalbait finden können (s. die obenstehenden Formeln auf S. 286):

Aber die Tatsachen widersprechen dieser Analogie. Wenn wir die Analysen von zwei schwarzen Turmalinen (Nr. VI und VII) vergleichen, so finden wir in beiden fast dieselbe Menge von *FeO* (11,11 und 11,04%),

```
            OM                               OM
            |                                |
            B                                Al
           / \                              /  \
          O   O      O — Al — O            O    O
          |   |     /    |     \           |    |
 MO  >   Si   Si  <      O       >   Si    Si  <  MO    →
 MO                 \    |     /                  MO
          |   |      O — Al — O            |    |
          O   O                            O    O
           \ /                              \  /
            B                                Al
            |                                |
            OM                               OM


            OM                               OM
            |                                |
            B                                Al
           / \                              /  \
          O   O      O — Fe — O            O    O
          |   |     /    |     \           |    |
→ MO  >  Si   Si  <      O       >   Si    Si  <  OM    →
  MO                \    |     /                  OM
          |   |      O — Fe — O            |    |
          O   O                            O    O
           \ /                              \  /
            B                                Al
            |                                |
            OM                               OM


            OM                                       OM
            |                                        |
            B                                        Al
           / \                                      /  \
          O   O                                    O    O
          |   |                                    |    |
→ MO  >  Si   Si  <  O ———————— Fe ———————— O  >  Si    Si  <  OM
  MO                 O — Fe — O — Fe — O                       OM
          |   |                                    |    |
          O   O                                    O    O
           \ /                                      \  /
            B                                        Al
            |                                        |
            OM                                       OM
```

aber nach der Formel sind die beiden grundverschieden (S. 282). Wahrscheinlich haben wir für das Turmalinsilikat *B* eine Formel, in welcher *Mg* (nicht *Fe*) als Additionsprodukt der beiden Kerne erscheint (s. Formel S. 287, oben).

Zu der Begründung der Turmalinformel muß man noch bemerken, daß wir hier zum ersten Male einen Fall finden, in welchem ein Zu-

```
             OM                                        OM
             |                                         |
             B                                         Al
            / \                                       / \
           O   O                                     O   O
           |   |                                     |   |
MO\        |   |   /O--------Mg---------O\           |   |   /OM
MO/ > Si       Si <                        > Si          Si <
                   \O--Mg--O--Mg--O/                         \OM
           |   |                                     |   |
           O   O                                     O   O
            \ /                                       \ /
             B                                         Al
             |                                         |
             OM                                        OM
```

sammenpacken von Kaolinkernen zu beobachten ist. Eine solche Structur müssen die Elbaite haben.

Für Elbaite finden wir die empirische Formel:

$$\overbrace{M_2Al_2B_2Si_4O_{15}}^{\text{Kern:}} \cdot \overbrace{2\,Al_2O_3}^{\text{Additions-gruppe:}}\,.$$

Hier werden bei zwei Kernen nur zwei Hydroxyl- (oder *MO*)-Gruppen gefunden, welche nur an *Al*- (bzw. *B*)-Atome der Kerne gebunden sind (s. Formel II, S. 280). Keine analoge Erscheinung ist bis jetzt bei anderen Alumosilikaten beobachtet worden.

Es sind noch einige Worte beizufügen über die Farbe der Turmaline. Bis jetzt gibt die chemische Analyse keinen Fingerzeig zur Lösung dieser Frage. Wenn wir aber die Turmaline in die Reihe von Additionsprodukten der Kaolinkerne stellen, müssen wir annehmen, daß die Färbung dieser Körper in einem Zusammenhang mit dieser Structur steht, wie ich es schon seit langer Zeit gefunden habe. Die Additionsprodukte der Kaolinkerne sind immer gefärbt oder geben ein Absorptionsspectrum. Diese Erscheinung finden wir bei Granaten, Epidoten, Vesuvianen, Nephelinen, Ultramarinen, Noseanen, Sodalithen usw. Man kann annehmen, daß diese Additionsverbindungen von Kaolinkernen starke chromogene Structuren der Alumosilikate bilden. Leider ist dieses weite Feld der Arbeit bisher ganz vernachlässigt geblieben.

Vielleicht ist es nicht ohne Interesse, daß diese Constitutionsformeln eine große Analogie zwischen den Turmalinen und den Axiniten zeigen. Wie die Turmaline sind auch die Axinite als Additionsprodukte von demselben Alumoborkaolinkern aufzufassen. Sie sind viel reicher an Kieselsäure, ärmer an Tonerde, aber in den Axiniten scheint nur ein Teil der Kieselsäure in den Kern einzutreten; die Analogie zwischen Turmalinen und Axiniten ist klar aus folgenden Formeln zu sehen:

Kern:	Additionsgruppe:	
$\overset{I}{M}_6 Al_4 B_2 Si_6 O_{24}$.	$2\overset{I}{M}_4 SiO_4$	Axinit (Hier ist $M_2 = Ca$).
$M_4 Al_2 B_2 Si_4 O_{16}$.	$M_4 Al_2 O_7$	Kalbait
$M_4 Al_2 B_2 Si_4 O_{16}$.	$10 MO$	Belbait.

Es scheint, daß in der Natur der Axinit in denselben Fällen wie Turmalin, aber nur bei größerem Reichtum des Mediums an Kalkerde und Kieselsäure, sich bildet.

In der Chemie der Turmalingruppe ist bis jetzt vieles noch dunkel, aber doch, dank der schönen Arbeiten amerikanischer Mineralogen, stehen wir jetzt zum erstenmal auf festem Boden.

Šišak, Juni 1913.

XXIII. Auszüge.

1. W. Wahl (in Göttingen): **Über Kobalt-Goldlegierungen** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1910, 66, 60—72).

Nach den Ergebnissen der thermischen Analyse mischen sich Kobalt und Gold bei der Krystallisation aus gemischten Schmelzen nur bis zu einem mäßigen Betrag. Die kobaltreichen Mischkrystalle, welche aus der Schmelze entstehen, bilden sechsstrahlige Sterne. Daraus wird gefolgert, daß die bei höherer Temperatur auftretende Modification des Kobaltes dem hexagonalen System angehört; die gewöhnliche Modification krystallisiert kubisch. Der Umwandlungspunkt liegt bei etwa 1140°.

Ref.: B. Goßner.

2. G. Tschermak (in Wien): **Über Tensionen und Entwässerungsgeschwindigkeiten pulveriger Kieselsäuren** (Ebenda 199—205).

Jene Kieselsäuren, welche bei der Zersetzung von Silikaten sich als Gallerten abscheiden, zeigen sowohl auf der Tensionskurve wie auf der Kurve der Entwässerungsgeschwindigkeit einen Knick. In pulveriger Form sich abscheidende Kieselsäuren — aus Anorthit, Olivin, Serpentin, Leucit, Granat, Albit usw. — zeigen den Knick in erster Linie auf der Geschwindigkeitskurve. Für die Tensionskurve ist dieser Umschlag mit Rücksicht auf den geringen Wassergehalt weniger deutlich. Der Knick auf der Tensionskurve kann also leicht übersehen werden. Auf diese Weise erklärt sich das Fehlen einer Discontinuität bei den von Löwenstein aufgenommenen Tensionskurven.

Ein erneuter Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung eines Umschlagpunktes ergibt die Überlegenheit der dynamischen Methode gegenüber der statischen. Die untersuchten pulverigen Kieselsäuren zeigen auf der Entwässerungskurve alle eine wohl ausgeprägte Discontinuität.

Ref.: B. Goßner.

3. R. G. van Name und R. S. Bothworth (in New Haven): **Mischkrystalle von Silbersulfat und Silberbichromat** (Ebenda 67, 97—101; The American Journal of Science 1910, 29, 293—296).

Aus hinreichend sauren Lösungen nimmt das Silbersulfat etwas Silberbichromat — 4 Mol.-Proz. — in fester Lösung auf; die gemischte wässerige Lösung, welche mit diesen Mischkrystallen im Gleichgewicht ist, enthält je nach dem Gehalt an freier Säure 0,90—0,95 bzw. 1,1—1,2 Mol.-Proz. Cr_2O_7. Das trikline Ag-Bichromat dagegen nimmt kein Ag-Chromat in fester Lösung auf.

Ref.: B. Goßner.

4. R. J. Meyer und **H. Winter** (in Berlin): **Über das Skandium** (Zeitschrift f. anorg. Chemie 1910, 67, 398—417).

Früher schon gelang es, aus dem Wolframit des sächsischen Erzgebirges Skandium abzuscheiden. Einige neue Analysen von Wolframit hatten folgende Ergebnisse:

	Zinnwald:	Sadisdorf:
WO_3	75,41 %	73,47 %
FeO	9,34	15,13
MnO	14,00	9,81
$PbO + SnO_2$	0,18	0,47
$TiO_2 + Ta_2O_5$	0,50	0,63 $TiO_2(Nb_2O_5)$
CaO	0,55	0,54
Seltene Erden	0,15	0,20

Der Gehalt des Wolframits an Skandium dürfte etwa 0,1 % betragen.

Ref.: B. Goßner.

5. Schmidt (in Jena): **Krystallform des Cheirolins.** (Aus W. Schneider, Über Cheirolin, das Senföl des Goldlacksamens. Sein Abbau und Aufbau.) (Annalen der Chemie 1910, 375, 207—254.)

Cheirolin (= γ-Thiokarbimidopropylmethylsulfon
$= CH_3 - SO_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - N = C = S$ (l. c. 223).

Schmelzpunkt 47—48°.

Rhombisch-bipyramidal. $a:b:c = 0,9418:1:0,6228$.

Farblose Prismen der Combination $m\{110\}$, $o\{111\}$ aus Äther.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0) =$	—	*86° 35′
$o:m = (111):(110)$	—	*47 45
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	54° 51′	54 47
$o:o = (111):(\bar{1}11)$	58 34	58 32

Ohne deutliche Spaltbarkeit.

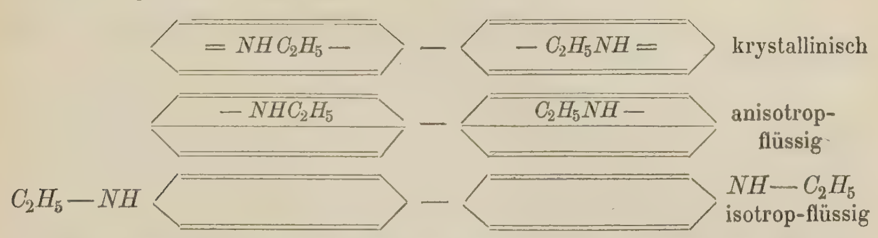
Doppelbrechung negativ. Ebene der optischen Axen ist $b\{010\}$. Winkel der optischen Axen (in Paraffin gemessen) ca. 80°.

Ref.: B. Goßner.

6. Th. Rotarski (in St. Petersburg): **Molekular-mechanische Theorie der anisotropen Flüssigkeiten oder der sogen. flüssigen Krystalle** (Journ. f. prakt. Chemie 1910, 82, 23—39).

Auf Grund der bisherigen Beobachtungen ist als ziemlich festgestellt zu erachten, daß die anisotropen Flüssigkeiten wirklich homogene Stoffe sind. Bei dem Versuch, ihre wahre Natur aufzuklären, macht Verf. auf einen Parallelismus mit den Schmelzerscheinungen bei Nitrosoverbindungen aufmerksam. Solche Nitrosoverbindungen, z. B. Nitrosobenzol, Trimethyläthylennitrosochlorid sind im krystallisierten Zustand farblos, in der Schmelze grün oder blau; ähnlich verhalten sich die Pseudonitrole der Fettreihe, z. B. Isopropylpseudonitrol (krystallinisch — weiß, flüssig — blau). Manche Autoren führen diesen Farbwechsel beim Schmelzen auf Änderungen der Bindung der Gruppe — NO zurück. Für eine solche Art Isomerie wird der Name »Krystallisationsisomerie« vorgeschlagen. Eine solche ist möglicherweise auch die Ursache für eine molekulare Umlagerung beim Auftreten und Verschwinden anisotroper Schmelzen. Eine gewisse Attraktion

im Molekül wirkt abhängig von verschiedenen Umständen, insbesondere von der Temperatur, verschieden auf die einzelnen Radikale, sodaß ihre Bindung sich ebenfalls ändert. Besonders bei Eintritt der Krystallisation vergrößert sich diese Attraktion für alle Moleküle des Krystalles. In der isotropen Schmelze ist diese Attraktion gering. So sind z. B. für die verschiedenen Formen des Diäthylbenzidins folgende Verschiedenheiten der Structur denkbar:



Die Ursache für die Entstehung einer anisotropen Schmelze wäre also eine Änderung in der Bindung gewisser Radikale.

Ref.: B. Goßner.

7. **E. Cohen, J. Olie jr.** und **K. Inouye** (in Utrecht): **Physikalisch-chemische Studien am Phosphor** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, **71**, 1—27; **72**, 411—424).

Die Grundlage für die Schlußfolgerungen bilden vorwiegend Bestimmungen des specifischen Gewichtes an verschiedenartig vorbehandelten Präparaten. Ausgehend von rotem Phosphor wurden durch Reinigung Präparate mit constanter Dichte erhalten; diese Dichte ist identisch mit jener des nach Hittorf dargestellten metallischen Phosphors. Die Präparate stellen metallisch aussehende Blättchen dar. Der »rote« Phosphor läßt nach stärkerem Erhitzen eine beträchtliche Zunahme des specifischen Gewichtes erkennen; die Ursache hierfür ist in einer Anreicherung des metallischen Phosphors im »roten« Phosphor zu suchen.

Aus diesen Beobachtungen wird gefolgert, daß es nur zwei dynamisch-allotrope Modificationen des Phosphors gebe, den weißen (gelben) und den metallischen (violetten) Phosphor. Der rote Phosphor soll eine »feste Lösung« beider darstellen, deren Zusammensetzung mit der Temperatur schwankt. Der metallische Phosphor hat das spec. Gewicht 2,34.

Eine bei tieferer Temperatur auftretende weitere Modification des Phosphors konnte weder auf Grund der Löslichkeitskurve noch auf dilatometrischem Wege erkannt werden.

Ref.: B. Goßner.

8. **G. Jones** (in Urbana, U. S. A.): **Eine Erklärung des negativen Ausdehnungskoëffizienten von Silberjodid** (Ebenda 179—190).

Der negative Ausdehnungskoëffizient des Jodsilbers kann mit Hilfe der Hypothese der compressiblen Atome erklärt werden. Bei der Zusammenpressung der Atome wirkt in erster Linie auch die chemische Affinität mit. Diese nimmt für Jod und Silber mit steigender Temperatur zu. Um dies zu beweisen, wurde die freie Energie der Bildung von Jodsilber aus Silber und festem Jod ermittelt und die Änderung derselben mit der Temperatur berechnet — mit dem eben genannten Ergebnis. Von den drei Componenten, welche die Volumenänderung der Stoffe mit steigender Temperatur zusammensetzen, Zunahme des intra-

molekularen Raumes wegen beschleunigter Molekularbewegung, Abnahme der Cohäsion, Änderung in der gegenseitigen Anziehung der Atome, bedingt die letztere wegen der größeren Affinität der Elemente im Jodsilber bei höherer Temperatur eine Abnahme des Volumens, also einen negativen Ausdehnungskoëffizienten.

Ref.: B. Goßner.

9. O. Lehmann (in Karlsruhe): **Flüssige Krystalle und Avogadro's Gesetz** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, 71, 355—381).

In der Existenz der flüssigen Krystalle sieht Verf. einen Widerspruch gegen das Avogadro'sche Gesetz. Ebenso ist jene Theorie der Polymorphie unhaltbar, welche sich auf dieses Gesetz stützt. Für die verschiedenen Zustände eines Stoffes ist vielmehr eine molekulare Verschiedenheit anzunehmen. In einer Schmelze sind die verschiedenen festen Modificationen bereits beigemischt und ein amorpher Körper ist aufzufassen als Gemisch von mindestens zwei verschiedenartigen Modificationen; ebenso enthalten Krystalle in der Nähe eines Umwandlungspunktes die neue Modification bereits beigemischt, wenn auch nur in geringem Maße.

Ref.: B. Goßner.

10. E. Cohen und **J. Olie jr.** (in Utrecht): **Das Atomvolumen allotroper Modificationen bei sehr tiefen Temperaturen. I.** (Ebenda 385—400).

Für Diamant, Graphit, weißes und graues Zinn wurde für verschiedene, insbesondere tiefe Temperaturen unter Benutzung exakter Methoden das specifische Gewicht mit folgenden Ergebnissen bestimmt:

	Diamant:	Graphit:	Zinn, weiß:	Zinn, grau:
18°	3,514	2,216	7,285	5,751
— 38°	3,510	2,217	—	—
— 163,3°	—	—	7,351	5,768
— 163,6°	3,519	2,223	—	—

Bildet man das Verhältnis zwischen den specifischen Gewichten der untersuchten Modificationen, dann ergibt sich bis 164° keine Andeutung dafür, daß die specifischen Gewichte verschiedener Modificationen eines Elementes in der Richtung des absoluten Nullpunktes nach einem gleichen Endwerte convergieren.

Ref.: B. Goßner.

11. C. L. Wagner (in Prag): **Über die Auflösungsgeschwindigkeit von Salzen** (Ebenda 401—436).

Bei der Diskussion über die bisherigen Versuchsergebnisse über das Wachstum von Krystallen kommt Verf. zum Schluß: Die Untersuchungen enthalten keinen Anhaltspunkt für die Annahme einer verschiedenen Löslichkeit der Krystallflächen. Bei der Concentration der Sättigung muß die Auflösungs- und Wachstumsgeschwindigkeit einer Fläche denselben Wert haben. Für verschiedene Flächen können diese Geschwindigkeiten verschieden sein; doch werden diese letzteren Unterschiede mit wachsender Entfernung von der Gleichgewichtsconcentration immer geringer.

Das Ergebnis der eigenen Untersuchungen des Verfs. an verschiedenen Salzen ist: Zwischen Löslichkeit und Lösungsgeschwindigkeit konnte kein Zusammenhang ermittelt werden. Dagegen herrscht eine Beziehung zwischen dem Auflösungs-

constanten in dem Wertigkeitsprodukte des Salzes. Das Produkt aus beiden ist annähernd constant. Es scheint der Diffusionskoëffizient bei Salzen mit zweiwertigen Ionen größer zu sein als bei solchen mit einwertigen Ionen.

Ref.: B. Goßner.

12. H. Stoltzenberg und **M. E. Huth** (in Halle): **Über krystallinisch-flüssige Phasen bei den Monohalogeniden des Thalliums und Silbers** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, 71, 641—648).

Die Chloride, Bromide und Jodide des Silbers und Thalliums besitzen nach den mitgeteilten Versuchen eine krystallinisch-flüssige Phase. Diese bildet sich aus der gewöhnlichen Schmelze beim Abkühlen und geht enantiotrop in die nächste »feste« Phase über. Die krystallinisch-flüssige Phase gehört dem kubischen System an.

Die Existenz dieser Phase wird aus folgenden mikroskopischen Beobachtungen gefolgert: Sie erscheint in deutlicher Structur aus der amorphen Phase und zeigt doch das Bestreben Tropfen zu bilden; kleine Staubteilchen erscheinen darin deutlich beweglich.

Wie die Jodide treten wahrscheinlich auch die Bromide und Chloride bei tiefer Temperatur in optisch-anisotropen Phasen auf.

Ref.: B. Goßner.

13. St. Ružička (in Karlsruhe): **Mischkrystalle oder feste Lösungen?** (Ebenda 72, 381—382).

Krystalle von Makonsäure, welche mit violetter Fettfarbe intensiv gefärbt waren, verloren ihren Farbstoff nicht bei längerem Liegen in Petroläther. Umgekehrt nehmen farblose Krystalle dieser Substanz in der concentrierten Lösung der violetten Fettfarbe in Petroläther keine Spur des Farbstoffes auf. Also ist die Auffassung von Lehmann richtig, wonach in Krystallen das Auftreten einer Diffusion unwahrscheinlich ist.

Ref.: B. Goßner.

14. G. Tammann (in Göttingen): **Über das Verhalten des Wassers bei hohen Drucken und tieferen Temperaturen** (Ebenda 609—631).

Für das Eis gibt es eine größere Anzahl von Modifikationen, welche hinsichtlich ihres Verhaltens zwei Gruppen bilden. In die erste Gruppe gehört das stabile gewöhnliche Eis I (hexagonal); instabile Formen sind eine tetragonale (Nordenskiöld) und eine kubische (Barendrecht) Modifikation; Eis IV ist vielleicht mit einer dieser beiden Modifikationen identisch. Zur zweiten Gruppe gehört das stabile Eis III und das weniger stabile Eis II.

Eis I und Eis IV besitzen ein bedeutend größeres Volumen als das Wasser. Alle Formen der ersten Gruppe bilden sich aus Wasser, welches reich an Polymolekülen ist. Demnach bestehen diese Formen wohl auch aus Polymolekülen. Eis I insbesondere ist stabil bis zu Drucken von 2200 kg. Die einzelnen Modifikationen der ersten Gruppe sind nur durch die Gruppierung desselben Polymoleküles zu verschiedenen Raumgittern verschieden.

Eis II und Eis III aus der zweiten Gruppe bilden sich nur aus Wasser, welches arm an Polymolekülen ist; sie bestehen deswegen wohl aus einfachen Molekülen. Das Volumen von Eis II und III ist kleiner als das Volumen des Wassers, mit welchem diese Formen im Gleichgewicht sind. Die Umwandlungskurven Eis III — Eis I und Eis II — Eis I lassen einen außerordentlich großen

Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperatur erkennen. Die beiden dichteren Modifikationen können auch bei gewöhnlichem Druck realisiert werden, jedoch erst unterhalb — 130°.

Was die Bildung einzelner Modifikationen betrifft, so erhält man Eis I bei rascher Abkühlung und einem Druck bis zu 2500 kg. Das weniger stabile und leichtere Eis IV entseht manchmal an Stelle von Eis I bei langsamer Abkühlung. Eis III dagegen erhält man bei Drucken über 2500 kg. Ref.: B. Goßner.

15. A. Skrabal (in Wien): **Bemerkung zur Abhandlung des Herrn G. Tammann: Über Krystallarten, welche nur bei hohen Drucken absolut stabil sind** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, 73, 171—172).

Die Ausscheidung von Kohlenstoff aus geschmolzenem Eisen stimmt nicht ganz zur Ostwald'schen Regel für die Ausscheidungsfolge zweier Modificationen von verschiedener Stabilität. Es ist hier vielmehr gewöhnlich der stabile Graphit primäres Produkt der Ausscheidung. Übereinstimmung mit der Regel ergibt sich jedoch auch hier, wenn man sie dadurch modificiert, daß man auch die Geschwindigkeit des Abkühlens in Betracht zieht. Ref.: B. Goßner.

16. O. Lehmann (in Karlsruhe): **Dimorphie sowie Mischkrystalle bei flüssig-krystallinischen Stoffen und Phasenlehre.** (Bemerkungen zu den Abhandlungen von Ada Prins und R. Schenck.) (Ebenda 598—623).

Das beste Beispiel zur Beobachtung einer Dimorphie bei flüssigen Krystallen ist das Cholesterylkaprinat. Dann wurden an Gemischen von Cholesterylkaprinat $+ p$—Azoxyanisol die Temperaturen der Umwandlung und Sättigung bestimmt.

Statt Umwandlungstemperatur möchte Verf. lieber den Ausdruck Sättigungstemperatur gebraucht wissen; dies entspreche eher seiner Auffassung über die Verschiedenheit der Formarten; er leugnet ja die Identität der Moleküle und eine auskrystallisierende Form ist in der anderen bereits gelöst vorhanden.

Ref.: B. Goßner.

17. G. von Hevesy (in Zürich): **Über Alkalihydroxyde I. Die Zweistoffsysteme Natriumhydroxyd—Kaliumhydroxyd, Kaliumhydroxyd—Rubidiumhydroxyd, Rubidiumhydroxyd—Natriumhydroxyd** (Ebenda 667—684).

Die Abkühlungskurve der Alkalihydroxyde besitzt unterhalb der Erstarrungstemperatur noch einen Haltepunkt. Die Alkalihydroxyde sind also enantiotropdimorph mit folgenden Umwandlungstemperaturen:

$NaOH$	299,6°	$RbOH$	245°
KOH	248	$CsOH$	223

Die genannten Zweistoffsysteme liefern bei der Erstarrung der Schmelzen Mischkrystalle. Ref.: B. Goßner.

18. R. Marc (in Jena): **Über die Krystallisation aus wässerigen Lösungen.** Vierte Mitteilung. (Ebenda 685—723.)

Die bisherigen Versuchsergebnisse sind hauptsächlich: Der Vorgang der Krystallisation ist ein relativ langsamer, leicht meßbarer. Fremdstoffe, die von einem Krystall adsorbiert werden, vermögen die Krystallisation stark hintanzuhalten.

Verf. sucht seine Adsorptionstheorie durch weiteres Beobachtungsmaterial zu stützen und klarer zu stellen. Das eigentliche Ziel, den Zusammenhang zwischen Concentration und adsorbierter Menge zu ermitteln, wurde nicht erreicht. Doch ergaben sich neue Stützpunkte für die Anschauung, daß bei der Krystallisation Adsorptionsgleichgewichte eine besondere Rolle spielen.

Über den Verlauf der Krystallisation wird schließlich folgende Anschauung mitgeteilt: Der eigentlichen Krystallisation geht ein rasch verlaufender Vorgang voraus, der als Adsorptionsvorgang angesehen wird. Die Krystallisation selbst ist im Gegensatz zur Auflösung ein relativ langsam verlaufender Vorgang; die Geschwindigkeit ist bei niedrigen Temperaturen dem Quadrat der Übersättigung, bei höheren Temperaturen dagegen der Übersättigung einfach proportional. Der Temperaturkoëffizient liegt um 1,5 bzw. 2,0. Stoffe, welche adsorbiert werden, verlangsamen bedeutend die Krystallisation.

Ref.: B. Goßner.

19. E. Cohen und **K. Inouye** (in Utrecht): **Physikalisch-chemische Studien am Blei. I.** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, 74, 202—206.)

Die Allotropie des Bleies ist aus der Literatur zu streichen, nachdem die Potenzialdifferenz zwischen den vermuteten zwei verschiedenen Formen nicht größer ist als jene zwischen zwei beliebigen Proben.

Ref.: B. Goßner.

20. W. Gürtler (in Berlin): **Ist der Eisen-Nickel-Meteorit eine stabile oder eine metastabile Erscheinungsform?** (Ebenda 428—442).

Die Frage wird dahin beantwortet, daß keinerlei Notwendigkeit vorliegt, metastabile Zustände für das meteorische Nickel-Eisen anzunehmen.

Die Unterschiede der Structuren des künstlichen und natürlichen Nickel-Eisens lassen sich ohne die Annahme eines instabilen Zustandes in den Meteoriten mit Hilfe der Vorgänge beim »Einformen« oder bei der »Sammelkrystallisation« erklären. Die Bildung der Structuren muß eine äußerst langsame sein und der Umstand, daß analoge Structuren im künstlichen Nickel-Eisen nicht erhalten werden, wird erklärlich, wenn man die niedrige dystektische Temperatur und die relativ kurzen Zeiträume in Betracht zieht.

Mit fallender Temperatur muß im erkaltenden Nickel-Eisen ein Endzustand eintreten, bestehend aus einem regelmäßig angeordneten System von α-Krystallen, mit einem eutektoiden Gemenge der α-Eisen- und α-Nickelkrystalle in den Zwischenräumen. In der Tat zeigen Meteoriten in schöner Weise eine solche Structur, nämlich die regelmäßigen Kamazitbalken und dazwischen als Eutektoid, den Plessit. Unter dem Einfluß der langen Zeiträume kommt das »Einformen« stark zur Geltung; daher die große Ausbildung der Structurelemente im Meteoreisen. Bei künstlichem Nickel-Eisen sind die zur Verfügung stehenden Zeiträume zu kurz.

Unter der einformenden Wirkung der Kamazitbalken tritt nun in nächster Nähe Verarmung an eisenreicher Substanz ein. Daraus erklärt sich das Auftreten des dritten Structurelementes, des Tänit, welcher in zusammenhängenden Streifen den Kamazit von allen Seiten umgibt.

Ref.: B. Goßner.

21. A. Johnsen (in Kiel): **Wachstum und Auflösung der Krystalle** (Vortrag, gehalten auf der 82. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg am 20. September 1910. Leipzig 1910).

Den verschiedenen Vorgängen bei der Krystallauflösung werden ebensolche des Krystallwachstums zugeordnet. Jeder beliebig geformte Krystallkörper durchläuft bei der Auflösung eine Reihe von »Auflösungskörpern« mit bestimmten Flächen und Kanten; wenn sich Zahl und Art der Flächen nicht mehr ändern, dann ist der »Endkörper der Auflösung« erreicht. Manche Endkörper behalten das Größenverhältnis der Flächen bei, andere ändern dieses. Bei Wachstum eines Krystalles werden entsprechend bestimmte »Wachstumskörper« durchlaufen.

In experimenteller Hinsicht sind natürlich die Auflösungsversuche begünstigt gegenüber denjenigen über das Wachstum, weil letztere übersättigte Lösungen erfordern, welche infolge ihrer Instabilität leicht momentane und darum pulverartige Ausscheidungen vor der Bildung eines eigentlichen Wachstumskörpers liefern.

Der eigentlichen Theorie werden zunächst einige Grundprinzipien vorausgeschickt. Man kann die Auflösung eines Krystalles in einem Punkt endigen und ebenso das Wachstum in einem solchen beginnen lassen; diese Punkte heißen »Urpunkt der Auflösung«, bzw. des Wachstums. Bei 22 Krystallklassen, welche einen »Symmetriepunkt« besitzen, besteht Identität des Urpunktes, Symmetriepunktes und Schwerpunktes eines nicht verzerrten Krystalles. Die möglichen Flächen des Krystalles werden in »reelle« und »virtuelle« unterschieden, je nachdem sie an einem bestimmten Auflösungs-, bzw. Wachstumskörper vorhanden sind oder nicht. Virtuelle Flächen können reell werden und umgekehrt. Jede Fläche besitzt eine bestimmte Wachstums-, bzw. Auflösungsgeschwindigkeit, welche als Normalengeschwindigkeit ihrer Parallelverschiebung definiert wird. Die Lage einer Fläche gegenüber dem Urpunkt ist durch deren Ursprungsdistanz bestimmt.

Ursprungsdistanz und Verschiebungsgeschwindigkeit der Flächen bestimmen an den Auflösungs-, bzw. Wachstumskörpern die Veränderungen. Bei der Auflösung eines kugelförmigen Krystallkörpers (gleiche Ursprungsdistanz aller Flächen) wandern also offenbar zunächst alle möglichen virtuellen Flächen mit ihrer besonderen Geschwindigkeit gegen die Mitte zu. Die Zahl der reell werdenden Flächen verringert sich allmählich; schließlich bleiben nur noch die schnellsten Flächen; der Endkörper der Auflösung ist durch Flächen mit absolut größter Auflösungsgeschwindigkeit begrenzt. Umgekehrt ist der resultierende Endkörper des Wachstums durch Flächen mit absolut kleinsten Wachstumsgeschwindigkeiten begrenzt. Behält der Endkörper in beiden Fällen das Größenverhältnis seiner Flächen bei weiterer Ab- oder Zunahme bei, dann verhalten sich offenbar die Auflösungs-, bzw. Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen wie die Urpunktsdistanzen.

Für einen beliebigen Krystallkörper ergeben sich demnach besondere Bedingungen des Reellwerdens virtueller Flächen bei einer Größeänderung. Beim Wachstum wird eine Fläche reell, wenn die Verschiebungsgeschwindigkeit kleiner ist als die Urpunktsdistanz, verglichen mit anderen Flächen. Die schnelleren Flächen erzielen die größten Distanzen und werden sich der Realisierung entziehen. Der Endkörper des Wachstums ist darum auch unabhängig von der Form des Ausgangskörpers. Dagegen ist dieser Endkörper abhängig vom Übersättigungsgrade.

Bei der Auflösung muß umgekehrt die Auflösungsgeschwindigkeit einer Fläche für ihre Realisierung größer sein als die Urpunktsdistanz, verglichen mit anderen Flächen. Ist die Urpunktsdistanz einer Fläche im Verhältnis zu groß, so kann sie sich dem Endkörper der Auflösung entziehen. Die Flächen am

Endkörper der Auflösung sind also abgesehen von der Untersättigung auch durch die Art des Ausgangskörpers bedingt.

Einzelne experimentelle Ergebnisse, welche die Theorie erläutern, sind: Ein modellartiges Spaltungsstück von Steinsalz lieferte in einer um 4 % untersättigten Lösung an den Würfelkanten zunächst Flächen eines Pyramidenwürfels, welche die Würfelflächen allmählich verdrängten; als Endkörper entstand ein Ikositetraëder. Dessen Flächen besitzen also unter den gegebenen Bedingungen die absolut größte Auflösungsgeschwindigkeit; der Endkörper gab tatsächlich innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit mehr Substanz an die Lösung ab als der ursprüngliche Krystall mit seiner bedeutend größeren Oberfläche. Umgekehrt ging ein Steinsalzwürfel beim Wachstum in einen Pyramidenwürfel als Endkörper über; bei einem anderen Grade der Übersättigung zeigte der Wachstumskörper Oktaëderflächen. In einer um 7 % untersättigten $NaCl$-Lösung entstand als Endkörper der Auflösung eines Steinsalzwürfels eine Combination von Rhombendodekaëder und Ikositetraëder, während ein Oktaëder erst nach vorheriger bedeutender Verkleinerung diese Endkörperformen zeigte. Verglichen mit den Würfelflächen sind also die Geschwindigkeiten bei Rhombendodekaëder und Ikositetraëder bedeutend größer.

Zu den Endkörpern mit Änderung des Größeverhältnisses der Flächen steht der Einfluß von Verzerrungen in Beziehung. Ein säulig verzerrter Steinsalzwürfel strebt beim Wachstum dem modellartigen Würfel zu, während bei der Auflösung der Charakter der Verzerrung gesteigert wird, was die geometrische Veranschaulichung mit Hilfe der verschiedenen Urpunktsdistanzen bei Flächen mit gleicher Geschwindigkeit und die Beobachtung in gleicher Weise ergab.

Eine weitere Schlußfolgerung betrifft die Vicinalflächen. Bei geringerer Abweichung von der Übersättigung, bzw. Untersättigung werden die Flächen der Endkörper, welche dem Gesetz von Hauy im allgemeinen nicht folgen, vicinal denjenigen Flächen, welche in der gesättigten Lösung stabil sind. Die Ursache der Bildung von Vicinalflächen wird also einer Übersättigung oder Untersättigung zugeschrieben.

Ref.: B. Goßner.

22. O. Lehmann (in Karlsruhe): **Die Selbstreinigung flüssiger Krystalle** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 44—49).

Bei flüssigen Krystallen, welche nicht in Polyëderform, sondern in kugelförmigen Tropfen auftreten, zeigt sich häufig die Erscheinung, daß sie bei einer Temperaturdifferenz zwischen Ober- und Unterseite rotieren, um so schneller, je größer diese Temperaturdifferenz ist, insbesondere bei Störungen der Structur durch Aufnahme fremder Stoffe (z. B. von Kolophonium). Diese Erscheinung beruht vermutlich darauf, daß sich auf der kälteren Seite Polyëderform auszubilden sucht und infolgedessen, da die Oberflächenspannung sofort wieder Kugelform herstellt, eine oberflächliche Strömung nach der anderen Seite zustande kommt, die wegen der Anisotropie der inneren Reibung in Spirallinien erfolgt und deshalb (durch Reibung gegen die umgebende Flüssigkeit) die Drehung des Tropfens hervorbringt. — Manche flüssige Krystalle nehmen freischwebend mehr oder minder vollkommene Polyëderform an, ähnlich derjenigen fester Krystalle. Hieraus zieht Lehmann den Schluß, daß die (durch Cohäsion im Gleichgewicht gehaltene) auf dem Bewegungszustand der Moleküle beruhende Expansivkraft anisotrop sei, d. h. die mittlere Geschwindigkeit der Moleküle ist (wegen der Anisotropie derselben) von der Richtung abhängig. Diese Hypothese der

Abhängigkeit der mittleren Molekulargeschwindigkeit von der Richtung sucht Lehmann durch Beobachtung der Brown'schen Molekularbewegung zu prüfen. Hierzu mußten in den flüssigen Krystallen feine Pulver suspendiert werden. Die Versuche ergaben, daß dies nicht möglich ist. In ähnlicher Weise hatten Lehmann's frühere Versuche, flüssige Krystalle künstlich zu färben, gezeigt, daß diese Körper ebensowenig wie feste Krystalle befähigt sind, fremde Stoffe in feinster (molekularer) Verteilung in sich aufzunehmen. Diese Versuche lehren, daß fremde Stoffe (von vereinzelten Fällen isomorpher Mischungen abgesehen) äußerst schwer in wachsenden Krystallen Aufnahme finden. Es geschieht dies nur dann, wenn die Lösung sowohl als Lösung der einen wie der anderen Substanz in bezug auf die wachsenden Krystalle übersättigt ist. — Wächst ein Krystall in einer schlammigen Masse oder in einer colloidalen Suspension, so schiebt er vermöge der Krystallisationskraft die suspendierten Teilchen zurück; ebenso die flüssigen Krystalle; wenn man die Concentration so groß wählt, daß sich bei der Abkühlung der heiß gesättigten, mit Tusche (feinst geriebene Rußpartikelchen mit einem öligen oder seifenartigen Bindemittel) in gleichmäßiger Verteilung versetzten Lösung Krystalltropfen ausscheiden, so werden von diesen die suspendierten Partikelchen zurückgeschoben (die Tropfen selbst bleiben völlig klar); schließlich sind alle Rußpartikelchen in die engen Zwischenräume zwischen den einzelnen Tropfen zusammengedrängt, sodaß diese völlig klar durchsichtig auf schwarzem Grunde erscheinen. — Ein ähnliches Beispiel erhält man, wenn man reine Schmelze von Paraazoxyanisol mit Sporen von Lykoperdon versetzt. Ebensowenig läßt sich ein Farbstoff in einer krystallinischen Flüssigkeit suspendieren: Dieses mechanische Zurückschieben suspendierten Stoffes wird »Selbstreinigungsvermögen« genannt.

Nur in wenigen Fällen ist es Lehmann gelungen, flüssige Krystalle künstlich zu färben, z. B. Paraazoxyphenetol mit Paraazophenetol oder Alizarin. Die Färbung ist dann meistens eine dichroitische, ein Beweis dafür, daß die Einlagerung der fremden Moleküle regelmäßig orientiert stattfindet.

Ref.: K. Stöckl.

23. F. Giesel (in Braunschweig): **Über Polarisationserscheinungen an flüssigen Krystallen der Cholesterinester** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 192 bis 193).

Der Verf. zeigt, daß das Licht der Schillerfarben der Cholesterinester zirkular polarisiert ist, sowohl das durchgelassene wie das reflektierte, und zwar entgegengesetzt. Cholesterinesterplatten sind demnach als Zirkularpolarisatoren für gewöhnliches Licht zu betrachten. Zum Schlusse vergleicht Giesel diese Farben mit den Polarisationsfarben des Quarzes und sagt, daß man sich dementsprechend die Structur der Cholesterinesterplatte (idiophane Axenbilder) vorzustellen habe.

Ref.: K. Stöckl.

24. H. Rubens (in Berlin): **Über die Änderung des Emmissionsvermögens der Metalle mit der Temperatur im kurzwelligen Teile des Ultrarot** (Ebenda, 139—141).

Früher war bereits für die Reststrahlen von Flußspat ($\lambda = 26{,}0\ \mu$) und für die Reststrahlen von Quarz ($\lambda = 8{,}85\ \mu$) bewiesen, daß die optischen Temperaturkoeffizienten einer Reihe von Metallen und Metallegierungen beträchtlich

sind, während sie für das sichtbare Gebiet sehr klein sind; für jene langen Wellen lassen sich diese Temperaturkoeffizienten unter Zugrundelegung der elektromagnetischen Lichttheorie aus der Änderung des elektrischen Leitvermögens berechnen; die entsprechende Formel ist:

$$J = 36{,}5 \sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}.$$

(J ist das Emissionsvermögen des betreffenden Materiales für die Wellenlänge λ, σ ist der specifische Widerstand.)

Diese Untersuchungen wurden auf das Gebiet zwischen $\lambda = 8{,}85\ \mu$ und $\lambda = 0{,}8$ ausgedehnt. Für die Reststrahlen von Kalkspat ($\lambda = 6{,}65\ \mu$) war der optische Temperaturkoëffizient noch von der durch obige Formel ausgedrückten Größe. — Für das Gebiet $6\ \mu$ bis $0{,}8\ \mu$ versagt die Reststrahlenmethode; es muß die spectrale Zerlegung mit Hilfe eines Spectrometers ausgeführt werden. Für Platin und Platinrhodium (Legierung für die Le-Chatelier-Elemente) wurde die Untersuchung bei den Wellenlängen $\lambda = 2\ \mu$, $4\ \mu$, $6\ \mu$ im Temperaturbereich 400^0 bis 1400^0 C. durchgeführt. Bei beiden Metallen findet man bei $2\ \mu$ noch verschwindend kleine »optische« Temperaturkoëffizienten, bei $4\ \mu$ deutlich erkennbare, bei $6\ \mu$ bereits normale, d. h. obiger Gleichung genügende Temperaturkoeffizienten. — Für Nickel ergab sich nach einer anderen Methode folgendes: für $\lambda = 0{,}78\ \mu$; $1\ \mu$; $2\ \mu$ sind die Temperaturkoëffizienten des Strahlungsvermögens außerordentlich klein; mit zunehmender Wellenlänge wächst der Temperaturkoëffizient; bei $\lambda = 5\ \mu$ ist ein Wert erreicht, welcher nur wenig hinter dem zurückbleibt, den die eingangs erwähnte Formel fordert.

Ref.: K. Stöckl.

25. Boris Weinberg (in Tomsk): **Das Aufbewahren der Hagelkörner und die Untersuchung der Mikrostructur derselben** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 516—517).

1. Es wird folgender Apparat beschrieben, welcher zur Aufbewahrung der Hagelkörner dienen kann: Der Apparat besteht aus drei coaxialen Cylindern; der innere Raum nimmt die Hagelkörner auf; der mittlere Cylinder dient für eine Mischung von Eis und Kupfersulfat (ungefähr im Verhältnis der Eutektik, $t = -1{,}^0 6$), der äußere für Eis, welcher eine Art von Schutzmantel bildet.

2. Untersuchung der Mikrostructur. Um einen Dünnschliff herzustellen, wurde zuerst eine Seite des Hagelkornes auf Schmirgelpapier gerieben; diese Seite wurde auf einen Objektträger gelegt; man ließ Hagelkorn und Objektträger zusammenfrieren; endlich wurde die andere Seite des Hagelkornes poliert, bis die erforderliche Dicke erreicht war.

Die Untersuchung im Polarisationsmikroskop ergab, daß die meisten Hagelkörner aus je einem krystallinischen Individuum (wie auch die »künstlichen Hagelkörner«, Wassertropfen, welche in einer Mischung von Zimtöl und Leinöl von passender Dichte gefroren waren) bestehen. Die Hagelkörner, welche aus mehreren krystallinischen Individuen bestanden, zeigten keine Regelmäßigkeit, weder in bezug auf die Formen der Grenzflächen dieser Individuen, noch auf die Winkel zwischen ihnen, noch auf die Orientierung der Axen der Krystalle. Die Axen waren beliebig gegeneinander und auch in bezug auf die Lage des Milchkernes des Hagelkornes orientiert, welcher im Dünnschliffe sich als eine Häufung von Luftblasen verschiedener Größe erwies.

Ref.: K. Stöckl.

26. Gerhard Vieth (in Halle a. S.): **Über die magnetische Drehung der Polarisationsebene in krystallinisch flüssigen Substanzen** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 526—527).

Voigt sprach die Vermutung aus, daß an Körpern von sehr starker natürlicher Drehung eine Verschiedenheit der magnetischen Drehung bei entgegengesetzten Feldern entstehen muß (Voigt, Elektro- und Magnetooptik, Leipzig 1908, S. 11). Diese Vermutung wurde durch Messungen an Anisalamino-α-Methylzimtsäure-akt.-Amylester (Vorländer) bestätigt. Diese Substanz zeigt starke natürliche Rechtsdrehung: bei Zimmertemperatur für gelbes Licht eine Drehung von 5800° pro 1 mm.

Gauß	Drehung in Grad pro 1 mm			
	Gelbes Licht		Grünes Licht	
	Linksdrehung	Rechtsdrehung	Linksdrehung	Rechtsdrehung
5 000	1,21	7,29	6,08	10,22
7 000	1,77	10,70	8,84	14,37
9 000	2,32	14,20	10,77	18,51
11 000	2,64	16,96	12,43	22.10
15 000	3,20	20,33	15,47	27,07

Aus dieser Tabelle folgt:

1. Die Rechtsdrehung ist größer als die Linksdrehung.

2. Die magnetische Drehung der Polarisationsebene wächst proportional der Intensität der Magnetisierung (Gesetz von Verdet).

Ref.: K. Stöckl.

27. O. Lehmann (in Karlsruhe): **Pseudoisotropie und Schillerfarben bei flüssigen Krystallen** (Ebenda, 575—585).

Im Anfang befaßt sich die Arbeit mit Giesel's Bemerkung (s. Ref. dieses Heft S. 298), daß die Schillerfarben der flüssig-krystallinischen Cholesterinester sowohl im reflektierten wie im durchgehenden Lichte zirkularpolarisiert sind. Lehmann weist darauf hin, daß er schon 1888 in einem Brief vom 13. April an Reinitzer die Farbe als »Zirkularpolarisationsfarben« bezeichnete. Es folgt dann eine ausführliche Darstellung der Verdienste Lehmann's, Reinitzer's, v. Zepharovich's. I. Der Abschnitt über Pseudoisotropie bringt zuerst ausführliche historische Notizen, dann Beobachtungen über die Pseudoisotropie des Stearinsäurecholesterylesters, wo auf den Einfluß der Begrenzungsflächen hingewiesen wird. In einem frisch hergestellten Spalt einer Glimmerplatte wird derselbe nicht pseudoisotrop, wohl aber — und zwar sofort — zwischen Glasflächen. Eine Mischung von gleichen Teilen Cholesterylchlorid und Paratolylcholesterinäther wird in einem frisch hergestellten Spalt von Gyps nicht pseudoisotrop, wohl aber in einem solchen von Glimmer, sowie zwischen Glasflächen.

II. Knickung und Zwillingsbildung (Zusammenfassung früherer Veröffentlichungen).

III. Die öligen Streifen; das sind im allgemeinen netzförmige oder leiterähnliche Gebilde, entstanden durch Knickung pseudoisotroper Massen. Grund

für das Entstehen der öligen Streifen: Bei Cholesterylätherkaprinat zeigt die bei höherer Temperatur auftretende flüssig-krystallinische Modifikation I im pseudoisotropen Zustande ölige Streifen (wie Cholesterylbenzoat), aber nicht die leicht ganz von selbst pseudoisotrop werdende Modifikation II; bei dieser zeigen sich aber unregelmäßige helle Flecken, gewissermaßen Inseln, auf dunklem Grunde. Wenn nun die isotrope Schmelze eine Verunreinigung (z. B. eine ölartige Flüssigkeit) enthält, so muß diese wegen des Selbstreinigungsvermögens (s. Referat S. 297) beim Übergang in den flüssig-krystallinischen Zustand sich ausscheiden. Die öligen Streifen erscheinen zwischen gekreuzten Nicols hell, weil die ölige Masse den Contact mit dem Glase verhindert, sodaß sich dort die Moleküle senkrecht zur Glasfläche ordnen, wie bei allen Rändern pseudoisotroper Massen, soweit sie außer Berührung mit dem Glase sind. Der Grund, warum die öligen Streifen beim Übergang in die Modifikation II nicht erhalten bleiben, liegt darin, daß infolge der Erniedrigung der Temperatur die Zähigkeitsverhältnisse andere geworden sind; es tritt deshalb Contraction der öligen Streifen zu den Inseln ein.

IV. Homöotropie oder Heterotropie (auf S. 582 findet sich in einer Anmerkung zu »Selbstreinigungsvermögen«: »Man könnte es auch Heterotropie nennen«). Werden die Schmelzen von pseudoisotropen Mischungen von Cholesterylchlorid und Metatolylcholesterylester unter dem Deckglas in Berührung gebracht und durch Hin- und Herschieben desselben gemischt, so tritt beim Abkühlen in der Zone, in welcher sie etwa zu gleichen Teilen gemischt sind, sofort nach Bildung der flüssig-krystallinischen Modifikationen auch Pseudoisotropie ein. Auf der Seite des vorherrschenden Metatolylcholesterylesters bildet sich aber in dieser schwarzen Zone (falls die Schicht nicht zu dick ist) eine graue Zone mit schwarzen Längsstreifen. Bei Drehung des Objekttisches verhalten sich letztere als isotrope Stellen, die grauen Streifen wie dünne Krystalllamellen, welche das Grau I. O. zeigen. Bei Einschaltung eines dünnen Glimmerblättchens erscheinen die grauen Streifen abwechselnd in Additions- und Subtraktionsfarben, d. h. die Schwingungsellipse ist in je zwei aufeinanderfolgenden Streifen um 90^0 gedreht. Bei Erwärmung verschwindet die graue Zone und tritt auf Seite des Cholesterylchlorids auf. Die graue Zone beruht auf der Bildung einer mit der pseudoisotropen Masse nicht mischbaren flüssig-krystallinischen Schicht, welche ihren Ausgang von den öligen Streifen nimmt, d. h. von der dort ausgeschiedenen isotrop-flüssigen Verunreinigung.

V. Schillerfarben. Das Auftreten der Schillerfarben ist an die Existenz zweier flüssig-krystallinischer Modifikationen gebunden. In der pseudoisotropen Lösung werden die zwei Modifikationen als lamelliert angenommen. Beim Durchgang entstehen infolge der schraubenartigen Übereinanderschichtung der Moleküle wie in einer Quarzplatte zwei zirkularpolarisierte Strahlen entgegengesetzter Drehrichtung. Je nach der Lamellendicke spielen auch die Erscheinungen der Farben dünner Blättchen (Zenker'sche Blättchen) mit eine Rolle. Auf Grund seiner Annahme erklärt Lehmann Giesel's Beobachtungen.

Ref.: K. Stöckl.

28. E. Dorn (in Halle a. S.): **Zur Optik flüssiger Krystalle** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 777—780. Fortsetzg. von Ann. d. Physik 1909 (4), **29**, 533—565. — Siehe diese Zeitschr. 1913, **51**, 306).

Methode: Die Substanz befand sich in dünner Schicht zwischen den Flächen zweier Prismen aus stark brechendem Glase mit den Winkeln 30^0, 60^0, 90^0. Die Temperatur wurde durch elektrische Heizung constant erhalten.

Untersuchte Substanzen:

1. Äthoxybenzalamino-α-Äthyl-Zimtsäureäthylester (*AeAe*) und
» α-Methyl » (*MAe*).

Bei *AeAe* fiel der außerordentliche Brechungsindex mit wachsender Temperatur (zwischen 40° und 59°) erheblich, während der ordentliche langsamer steigt. Für λ_{Na}:

	45°	59°
n_o	1,552	1,571
n_e	1,809	1,751

Bei *MAe* ist die Abhängigkeit von der Temperatur ähnlich wie bei *AeAe*: λ_{Na}:

	86°	116°
n_o	1,529	1,546
n_e	1,833	1,756

2. Cholesterylpropionat. (Schmelzpunkt 98,7°; Klärungspunkt 113,7°.) Hier ist der Brechungskoëffizient des ordentlichen Strahles der größere: also flüssiger Krystall von negativem Charakter, alle anderen Vorländer'schen Präparate positiv.

Zwei Erklärungsmöglichkeiten für den negativen Charakter:

a) »Zunächst kann man sich die flüssigen Krystalle aus kleinen Bausteinen zusammengesetzt denken, deren jeder bereits krystallinische Eigenschaften besitzt. Diese können je nach der Substanz verschieden sein.

b) Eine Zurückführung auf die geometrische Gestalt der Moleküle ermöglichen die Untersuchungen von O. Wiener, nach denen ‚Stäbchendoppelbrechung' positiven, ‚lamellare Doppelbrechung' negativen Charakter besitzt. — Vorländer's Substanzen haben sämtlich langgestreckte Moleküle: positive Doppelbrechung. Dem Cholesterylpropionat müßte man dann eine scheibenförmige Molekülform zuschreiben.«

Bei Cholesterylpropionat zeigte sich zuerst nur eine, dem ordentlichen Strahl entsprechende scharfe Grenze der Totalreflexion. Wurde aber mit einer Pinzette auf die vordere Fläche des Doppelprismas gedrückt, wodurch eine kleine Schiebung der Prismen gegeneinander bewirkt wurde, so trat eine zweite Grenze der Totalreflexion auf. Dies läßt sich unter der Annahme erklären, daß die Elemente der krystallinischen Flüssigkeit ursprünglich in allen möglichen Orientierungen mit der optischen Axe parallel der Schicht liegen, und daß sie sich durch den Druck und die Schiebung von außen senkrecht zu den begrenzenden Glasflächen stellen.

Ref.: K. Stöckl.

29. F. Stumpf (in Göttingen): **Optische Untersuchungen an einer optisch-aktiven, flüssig-krystallinischen Substanz** (Physik. Zeitschr. 1910, 11, 780 bis 784).

Untersucht wurde p-Cyanbenzalaminozimtsäure-akt.-amylester oder kurz genannt »Cyanester«. Die Substanz ist bis 92° fest krystallinisch, bei weiterer Erwärmung entstehen zugleich eine zweite krystallinisch-feste Phase und die erste krystallinisch-flüssige Phase, die bei höherer Temperatur allein stabil ist; bei 98° kommt eine zweite krystallinisch-flüssige Phase, die bei etwa 105° in eine isotrope Flüssigkeit übergeht. Hier ist vor allem die erste krystallinisch-flüssige Phase untersucht, welche sich bis 75° unterkühlen läßt.

Die auffälligste Erscheinung des Cyanesters ist die ungeheure Drehung der Polarisationsebene parallel der optischen Axe: Schichten von 0,01 mm Dicke, drehen von 60° bis 80° im *Na*-Licht. Methode: Die Substanz wurde nicht zwischen planparallele Glasplättchen, sondern zwischen eine planparallele Glasplatte und eine sehr schwach gewölbte Linse gebracht; also Schichten variabler Dicke. Genauigkeit etwa 5%. Ein Gemisch von 1 Teil Cyanester und $\frac{1}{2}$ Teil Cyanbenzalanisidin (welches selbst nicht drehend ist), zeigt in einem Teil des Spectrums anomale Rotationsdispersion. Bei 20° (der Zusatz von Cyanbenzalanisidin hat den Zweck, die Schmelzpunkte zu erniedrigen) dreht eine Schicht von 1 mm im Violett um 36000°, im Gelbgrün 15000°, im Rot 19000°. — Bei 60° C. ist der geringste Wert 4500° für $\lambda = 650$; für größere Wellenlängen verschwinden die Ringe überhaupt, was darauf hindeutet, daß dort die beiden zirkularen Schwingungen ungleich absorbiert werden. In diesem Falle setzen sich die zwei Schwingungen zu einer elliptischen Schwingung zusammen; durch Zwischenschaltung eines $\frac{\lambda}{4}$-Glimmers lassen sich die Ringe noch etwas weiter in das Rot hinein zum Vorschein bringen. Für sehr tiefes Rot verläßt völlig zirkulares Licht die Schicht, weil eine der Wellen total absorbiert wurde. — Bei reinem Cyanester ist die maximale Absorption im Gelb. Der Sinn der Drehung ist zu beiden Seiten dieses Absorptionsstreifens verschieden.

Der pleochroitische Absorptionsstreifen im Gelb wandert für tiefere Temperaturen nach Grün; Verunreinigungen und Mischung mit Cyananisidin bewirkt eine sehr starke Verschiebung in das Ultrarot.

Die beiden Hauptbrechungsindices senkrecht zur optischen Axe wurden nach der Abbe'schen Prismenmethode gemessen zwischen 75° und 95° C. Für den langsameren (ord.) Strahlt ist die Abnahme des Brechungsindex mit der Temperatur linear, für den extraord. Strahl ergibt sich ein nicht lineares rascheres Ansteigen, sodaß die Doppelbrechung mit wachsender Temperatur zunimmt. — Der Brechungsindex der isotropen Phase [100° bis 120°] liegt zwischen denen der flüssig-krystallinischen; der niedrigere Brechungsindex der festen Phase (18°) liegt über allen genannten. Die Dispersion war durchweg eine normale.

Das reflektierte Licht zeigt lebhaft Schillerfarben, welche fast an Metallglanz erinnern; es ist zirkularpolarisiert (siehe Referat über Giesel's Arbeit, S. 298). Läßt man weißes Licht von einer sehr ausgedehnten Lichtquelle einfallen, so erhält man einzelne Farben (je nach Temperatur und Einfallswinkel) glänzend, aber diffus reflektiert; doch kann man durch einen Glimmer und Analysator Auslöschung hervorrufen. Parallel der optischen Axe ist das maximal reflektierte Licht von derselben Farbe wie das maximal »zirkular absorbierte« durchgehende Licht.

Unter dem Ultramikroskop ist die optisch untersuchte Phase keineswegs homogen. »Man sah ein Netzwerk von bewegten Fäden, zwischen denen eine ultramikroskopisch fast leere Flüssigkeit sich befand. Ähnlich hat Vorländer bei allen bisher bekannten zirkularpolarisierenden flüssigen Krystallschichten, auch bei sorgfältigster Klärung und Aufrichtung der Krystalle zwischen zwei Glasplatten, eine Trübung, eine feine Maserung gefunden. Ob diese klare Flüssigkeit die optischen Eigenschaften trägt und die Fäden nur die Trübung verursachen, und welche Rolle sie bei der Reflexion spielen, ist wohl noch nicht zu entscheiden. Nach Vorländer's Meinung werden die optischen Eigenschaften wesentlich durch die zwischenliegende Flüssigkeit hervorgerufen.«

Ref.: K. Stöckl.

30. Ferdinand Braun (in Straßburg i. E.): **Über die Beugung polarisierten Lichtes an sehr feinen dielektrischen Gittern** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 817—822).

Beobachtungen an einem Pleurosigma angulatum-Präparat ergeben, daß ein dielektrisches Gitter, wenn seine Gitterconstante sehr nahe der Wellenlänge liegt, nur noch die dem Gitter parallele Schwingung abbeugt. — Daß Gitter das Licht polarisieren, ist besonders durch Quincke nachgewiesen. Allerdings ergeben sich bei gröberen Gittern sehr complicierte Erscheinungen. Manche von den Quincke'schen Beobachtungen zeigen auch die feinen Pleurosigmagitter, z. B. daß bei einem feinen Silberkollodiumgitter die Drehung der Polarisationsebene für rotes Licht größer ist als für blaues. Bei den feinen Pleurosigmagittern (Gitterconstante etwa gleich 0,0006 mm) ergeben sich auffallend starke Drehungen. Die Drehung in verschiedenen Medien scheint nur abhängig von der Wellenlänge in dem betreffenden Mittel.

Ref.: K. Stöckl.

31. Walter Rosenhain (in Birmingham): **Die krystallinische Structur des Eisens bei hohen Temperaturen** (Vortrag auf der »British Association for the Advancement of Science« zu Sheffield. Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 1156 bis 1158).

Die Untersuchung geschah nach der Methode, welche Ewing-Rosenhain zur Beobachtung der Wirkungen der Spannung an Metallen ausgearbeitet hatten: an einer Probe von geeigneter Gestalt wird eine sauber polierte Fläche hergestellt und alsdann die Probe einer plastischen Formänderung ausgesetzt; mikroskopisch werden die Änderungen auf der Fläche während und nach Anwendung der Spannung untersucht. Damit diese Methode auf heißes Metall anwendbar wurde, mußte selbst bei Temperaturen über 1000° die ursprünglich polierte Fläche frei von Oxydbildung bleiben: dazu wurde die Probe in einem hochgradigen Vakuum elektrisch erhitzt. Damit man die gewünschte Spannung bei der Erhitzung im Vakuum angreifen lassen konnte, wurde eine zusammengedrückte Feder durch elektrisches Abschmelzen eines Drahtes, welcher die Feder vorher zusammengedrückt hielt, freigegeben. Ein entsprechend angeordneter Hebel gestattete, die Wirkung dieser Feder in jeder beliebigen Stärke als Spannung an der Probe angreifen zu lassen.

Der Autor faßt seine Resultate in folgenden Sätzen zusammen:

1. Eisen verhält sich bei Temperaturen bis zu 1100° C. wie ein krystallinisches Aggregat; bei Spannung macht es eine plastische Formänderung durch einen Gleitvorgang längs der Spalt- oder Gleitflächen der Krystalle durch, aus denen es sich aufbaut; dieser Vorgang kann von einer mechanischen Zwillingsbildung begleitet sein oder auch nicht.

2. Eisen kommt zwischen gewöhnlicher Temperatur und 1000° C. in drei verschiedenen Modifikationen vor, welche überaus verschiedene mechanische Eigenschaften besitzen; die Temperaturbereiche, in denen diese Modifikationen vorkommen, sind vereinbar mit der Identifizierung dieser drei Modifikationen mit den drei Formen α, β, γ des Eisens, gemäß der Theorie der allotropen Modifikationen von Osmond und Roberts-Austen.

3. Das β-Eisen kommt zwar bei einer höheren Temperatur vor, ist aber ausgesprochen stärker und härter als α-Eisen; die Umwandlung aus dem α-Zustand in den β-Zustand ist von einer Volumänderung begleitet.

4. Sehr reines Eisen zeigt bei hohen Temperaturen die charakteristische Structur und einige Eigenschaften des γ-Eisens, wie man es in gewissen Stahllegierungen findet.

5. Der Nachweis der realen Existenz einer harten β-Modifikation des Eisens bei hohen Temperaturen dient zum Beweise für die Richtigkeit der Behauptung, daß der Mißerfolg der Versuche, reines Eisen durch Ablöschen zu härten, auf der Schwierigkeit beruht, die Umwandlung vom β-Zustand zum α-Zustand durch rasche Abkühlung zu verhindern, es sei denn, daß Kohlenstoff zugegen wäre. Die beobachtete Fähigkeit des β-Eisens, einer Formänderung bei 800° C. unter einer Beanspruchung zu widerstehen, die ausreichend ist, um α-Eisen bei demselben Querschnitt bei einer Temperatur von 750° zu brechen, dient im Verein mit der erweichenden Wirkung einer Temperatursteigerung von 750° als ein Zeichen dafür, daß β-Eisen, wenn man es bei gewöhnlicher Temperatur beständig erhalten könnte, einen sehr hohen Härte- und Festigkeitsgrad besitzen würde, der vermutlich mit dem des gehärteten Stahles durchaus vergleichbar sein würde.

Ref.: K. Stöckl.

32. A. L. Bernoulli (in Bonn): **Eine empirische Beziehung zwischen der Volta'schen Spannungsreihe und den optischen Constanten der Metalle** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 1173—1175).

Der Verf. geht aus von Drude's Formel:

$$\frac{\partial \psi}{\partial \varphi_{[\varphi=\bar{\varphi}]}} = \operatorname{cotg}^3 \bar{\varphi} \cdot 4 \sin \bar{\psi} = \omega .$$

$\bar{\varphi}$ = Haupteinfallswinkel; $\bar{\psi}$ = Hauptazimut; ω = Drude'sche Constante, welche zwischen 0,00018 bei Natrium und 0,0367 bei Niob variiert. Wenn man die reinen Metalle nach wachsenden Werten $\frac{\omega}{n}$ (n ist die Valenz) ordnet, so zeigt sich eine auffallende Parallele zur Volta'schen Spannungsreihe. Die Abhängigkeit der Drude'schen Constanten vom Einzelpotential scheint eine streng lineare zu sein.

Ref.: K. Stöckl.

33. Wilhelm Finke (in Göttingen): **Magnetische Messungen an Platinmetallen und monoklinen Krystallen, insbesondere der Eisen-, Kobalt- und Nickelsalze** (Ann. d. Physik 1910 (4), **31**, 149—169.

Die Arbeit bildet eine Fortsetzung der Untersuchungen von Voigt und Kinoshita (Ann. d. Physik 1907, **24**, 492—514; Ref. diese Zeitschr. 1910, **47**, 81—83); sie hat speziell die Erforschung der quantitativen magnetischen Eigenschaften monokliner Krystalle zum Ziel, vor allem die Auffindung der Lage der magnetischen Axen und die Vergleichung derselben mit den Lagen der Axen der größten und kleinsten optischen Elastizität und mit den Dielektrizitätsaxen. Die Beobachtungsmethode war im allgemeinen die von Voigt und Kinoshita.

Der Verf. entwickelt kurz die Theorie für monokline Krystalle. Die Gleichung für die Energieänderung, die ein magnetisches Feld $\mathfrak{H}$ durch das Hereinbringen eines magnetisierbaren Kystalles erfährt, ist:

$$E = -\tfrac{1}{2}\int dv\,[k_{11}\mathfrak{H}_x^2 + k_{22}\mathfrak{H}_y^2 + k_{33}\mathfrak{H}_z^2 + 2k_{12}\mathfrak{H}_x\mathfrak{H}_y + 2k_{13}\mathfrak{H}_x\mathfrak{H}_z + 2k_{23}\mathfrak{H}_y\mathfrak{H}_z].$$

Die k_{ih} sind die zu dem Coordinatensystem xyz gehörigen, auf Luft bezogenen Suszeptibilitäten des Krystalles. — Das Coordinatensystem wird so gewählt, daß die Feldstärke $\mathfrak{H}$ mit der x-Axe zusammenfällt; eine Vereinfachung wird durch Einführung des magnetischen Hauptaxensystems, das definiert ist durch $k_{23} = k_{13} = k_{12} = 0$; $k_{11} = k_1$; $k_{22} = k_2$; $k_{33} = k_3$, wo die k_1; k_2; k_3 die Hauptsuszeptibilitäten des betreffenden Krystalles, bezogen auf Luft, darstellen, gebildet. Das System xyz wird durch eine Transformation in das magnetische Hauptaxensystem $x'y'z'$ übergeführt.

Beim monoklinen System ist eine einzige der drei magnetischen Symmetrieaxen der Lage nach bekannt, nämlich die in Richtung der krystallographischen Hauptaxe. Die hierzu gehörige Hauptsuszeptibilität ist leicht zu bestimmen. Von den beiden anderen magnetischen Symmetrieaxen ist nur bekannt, daß sie in der Symmetrieebene liegen müssen. Zu ihrer Bestimmung verlegt man die Feldstärke $\mathfrak{H}$ in die Symmetrieebene; die z-Axe des ursprünglichen Coordinatensystemes denkt man sich in Richtung der krystallographischen Symmetrieaxe, die mit dieser zusammenfallende magnetische Symmetrieaxe sei z'. Φ und φ seien die Winkel, welche $\mathfrak{H}$ mit x und x' bildet.

Ψ sei Winkel von x mit x'.

Dann ist die Hauptgleichung, welche der Berechnung der k_i zugrunde liegt:

$$\frac{k_1 + k_2}{2} + \frac{k_1 - k_2}{2} (\cos 2\Phi \cos 2\Psi + \sin 2\Phi \sin 2\Psi) = k_{\mathfrak{H}}.$$

Bekannt sind Φ und $k_{\mathfrak{H}}$, d. h. die Richtung der Feldstärke in bezug auf die x-Axe, sowie durch Messung auch $k_{\mathfrak{H}}$. Unbekannt sind k_1, k_2 und Ψ, d. h. der Winkel, den eine der magnetischen Symmetrieaxen mit der x-Axe bildet. Die drei zur Berechnung erforderlichen Gleichungen werden erhalten, indem der Feldstärke drei verschiedene Richtungen in der Symmetrieebene erteilt werden, die mit der x-Axe die Winkel Φ_{II}, Φ_{III}, Φ_{IV} bilden und indem die zugehörigen $k_{\mathfrak{H}}$, also k_{II}, k_{III}, k_{IV} bestimmt werden.

Bei der praktischen Ausführung wurde als x-Axe im allgemeinen die krystallographische c-Axe gewählt und nun nicht die Feldstärke in ihrer Richtung geändert, sondern das fest mit dem Krystall verbunden gedachte Coordinatensystem gedreht, indem Kreisplatten, die in verschiedenen Richtungen aus dem Krystall geschnitten worden waren (in den meisten Fällen wurde eine Platte senkrecht zur Axe c, eine $\parallel c$, eine parallel der Basis ausgeschnitten), mit ihren Normalen der Feldrichtung parallel ins Magnetfeld gehängt wurden und die zu dieser Feldrichtung gehörigen Suszeptibilitäten bestimmt wurden.

Bei zwei Substanzen: Kobaltkaliumsulfat, Kobaltkupfersulfat, erwies sich die Ausmessung einer fünften Platte als erforderlich (wegen der ungünstigen Lage der Platten zu den Hauptaxen des Induktionsellipsoids). Die fünfte Platte wurde nach Möglichkeit in der Richtung einer der Hauptaxen des Ellipsoids gewählt.

Beobachtungsresultate:

A. Platinmetalle.

Platin: $k = + 22,6 . 10^{-6}$; Palladium: $k = + 66,26 . 10^{-6}$;
Iridium: $k = + 4,89 . 10^{-6}$; Rhodium: $k = + 12,58 . 10^{-6}$.

B. Krystalle.

1. Ferrosulfat ($FeSO_4 + 7 H_2O$, Eisenvitriol).

I. Präparat	‖ 010	$k_I = 76,20 . 10^{-6}$	$k_1 = 84,3 . 10^{-6}$
II. »	‖ c = 001	$k_{II} = 83,9 . 10^{-6}$	$k_2 = 78,7 . 10^{-6}$
III. »	‖ $\varrho = 10\bar{1}$	$k_{III} = 79,0 . 10^{-6}$	$k_3 = 76,2 . 10^{-6}$
IV. »	‖ r = 101	$k_{IV} = 83,1 . 10^{-6}$	$\Psi = + 30^0 10'$

2. Ferroammoniumsulfat [$FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ + 6 aq].

I. Präparat	‖ 010	$k_I = 74,9 . 10^{-6}$	$k_1 = 85,4 . 10^{-6}$
II. »	⊥ c	$k_{II} = 84,4 . 10^{-6}$	$k_2 = 75,7 . 10^{-6}$
III. »	‖ 100	$k_{III} = 76,7 . 10^{-6}$	$k_3 = 74,9 . 10^{-6}$
IV. »	‖ 001	$k_{IV} = 82,1 . 10^{-6}$	$\Psi = - 18^0 58'$

3. Kobaltsulfat ($CoSO_4$ + 7 aq).

I. Präparat	‖ 010	$k_I = 68,5 . 10^{-6}$	$k_1 = 70,9 . 10^{-6}$
II. »	‖ c = 001	$k_{II} = 66,4 . 10^{-6}$	$k_2 = 64,0 . 10^{-6}$
III. »	‖ $\varrho = 10\bar{1}$	$k_{III} = 70,8 . 10^{-6}$	$k_3 = 68,5 . 10^{-6}$
IV. »	‖ r = 101	$k_{IV} = 64,2 . 10^{-6}$	$\Psi = - 39^0 40'$

4. Kobaltammoniumsulfat [$CoSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 6 H_2O$].

I. Präparat	‖ 010	$k^I = 45,5 . 10^{-6}$	$k_1 = 55,9 . 10^{-6}$
II. »	⊥ c	$k_{II} = 53,3 . 10^{-6}$	$k_2 = 43,6 . 10^{-6}$
III. »	‖ 100	$k_{III} = 46,2 . 10^{-6}$	$k_3 = 45,5 . 10^{-6}$
IV. »	‖ 001	$k_{IV} = 51,9 . 10^{-6}$	$\Psi = - 27^0 31'$

5. Kobaltkaliumsulfat [$CoSO_4 + K_2SO_4 + 6 H_2O$].

I. Präparat	‖ 010	$k_I = 77,1 . 10^{-6}$	$k_1 = 66,6 . 10^{-6}$
II. »	⊥ c	$k_{II} = 64,3 . 10^{-6}$	$k_2 = 49,6 . 10^{-6}$
III. »	‖ 100	$k_{III} = 52,0 . 10^{-6}$	$k_3 = 77,2 . 10^{-6}$
IV. »	‖ 001	$k_{IV} = 58,5 . 10^{-6}$	
V. »	$\Phi_V = 45^0$	$k_V = 52,4 . 10^{-6}$	$\Psi = - 21^0 20'$

6. Kobaltkupfersulfat [$CoSO_4 + CuSO_4 + 6 H_2O$]

I. Präparat	‖ 010	$k'_I = 25,57 . 10^{-6}$	$k'_1 = 28,6 . 10^{-6}$
II. »	⊥ c	$k'_{II} = 24,93 . 10^{-6}$	$k'_2 = 23,1 . 10^{-6}$
III. »	‖ 100	$k'_{III} = 26,54 . 10^{-6}$	$k'_3 = 25,6 . 10^{-6}$
IV. »	‖ 001	$k'_{IV} = 23,75 . 10^{-6}$	
V. »	$\Phi_V = - 45^0$	$k'_V = 28,56 . 10^{-6}$	$\Psi = - 52^0 54'$

7. Nickelsulfat $[NiSO_4 + 7 H_2O]$. Rhombisch.

I. Präparat	$\perp c$	$k_c = 29{,}9 . 10^{-6}$
II. »	$\perp a$	$k_a = 29{,}0 . 10^{-6}$
III. »	$\perp b$	$k_b = 29{,}2 . 10^{-6}$

8. Nickelammoniumsulfat $[NiSO_4 + (NH_4)_2 SO_4 + 6 H_2O]$.

I. Präparat	$\parallel 010$	$k_{I} = 17{,}98 . 10^{-6}$	$k_1 = 19{,}6 . 10^{-6}$
II. »	$\perp c$	$k_{II} = 19{,}26 . 10^{-6}$	$k_2 = 15{,}8 . 10^{-6}$
III. »	$\parallel 100$	$k_{III} = 16{,}05 . 10^{-6}$	$k_3 = 17{,}9_8 . 10^{-6}$
IV. »	$\parallel 001$	$k_{IV} = 18{,}41 . 10^{-6}$	$\Psi = -16^0 17'$

Diese beiden Nickelsalze sind demnach bedeutend unmagnetischer als die Eisen- und Kobaltverbindungen.

9. Epidot vom Sulzbachtal.

I. Präparat	$\parallel 010$	$k_{I} = 80{,}0 . 10^{-6}$
II. »	$\perp c$	$k_{II} = 80{,}9 . 10^{-6}$
III. »	$\parallel 100$	$k_{III} = 80{,}2 . 10^{-6}$
IV. »	$\parallel 001$	$k_{IV} = 81{,}7 . 10^{-6}$

Wegen der geringen Unterschiede in diesen Werten von k ist eine Berechnung der Hauptsuszeptibilitäten und der Hauptmagnetisierungsrichtungen beim Epidot nicht möglich.

10. Augit.

I. Präparat	$\parallel 010$	$k'_{I} = 22{,}69 . 10^{-6}$	$k'_1 = 26{,}6 . 10^{-6}$
II. »	$\perp c$	$k'_{II} = 26{,}43 . 10^{-6}$	$k'_2 = 12{,}9 . 10^{-6}$
III. »	$\parallel 100$	$k'_{III} = 13{,}06 . 10^{-6}$	$k'_3 = 22{,}7 . 10^{-6}$
IV. »	$45^0 = \Phi_{IV}$	$k'_{IV} = 18{,}08 . 10^{-6}$	$\Psi = -7^0 0'$

Hierzu bemerkt Finke: »Die Unterschiede sind hier außerordentlich groß. Vielleicht beruhen sie auf Inhomogenität bei diesem sehr eisenhaltigen Mineral.«

11. Hornblende.

I. Präparat	$\parallel 010$	$k'_{I} = 17{,}98 . 10^{-6}$	$k'_1 = 23{,}9_7 . 10^{-6}$
II. »	$\perp c$	$k'_{II} = 23{,}00 . 10^{-6}$	$k'_2 = 16{,}6_9 . 10^{-6}$
III. »	$\parallel 100$	$k'_{III} = 17{,}96 . 10^{-6}$	$k'_3 = 17{,}9_7 . 10^{-6}$
IV. »	$\Phi_{IV} = 45^0$	$k'_{IV} = 17{,}87 . 10^{-6}$	$\Psi = -21^0 55'$

12. Adular.

I. Präparat	$\parallel 010$	$k_{I} = -0{,}81 . 10^{-6}$	$k_1 = -1{,}09 . 10^{-6}$
II. »	$\parallel 001$	$k_{II} = -1{,}03 . 10^{-6}$	$k_2 = -0{,}98 . 10^{-6}$
III. »	$\perp 001$	$k_{III} = -1{,}05 . 10^{-6}$	$k_3 = -0{,}81 . 10^{-6}$
IV. »	45^0 zu 001	$k_{IV} = -1{,}09 . 10^{-6}$	$\Psi = -13^0 20'$

13. Rohrzucker.

I. Präparat	‖ 010	$k'_I = -0{,}57.10^{-6}$	$k'_1 = -0{,}60.10^{-6}$
II. »	‖ 100	$k'_{II} = -0{,}60.10^{-6}$	$k'_2 = -0{,}55.10^{-6}$
III. »	$\perp c$	$k'_{III} = -0{,}55.10^{-6}$	$k'_3 = -0{,}57.10^{-6}$
IV. »	$\Phi = 45^0$	$k'_{IV} = -0{,}58.10^{-6}$	$\Psi = -1^0 50'$

Der Verf. schließt seine Arbeit mit folgenden Worten: »Bei den Krystallen fanden sich beträchtliche Unterschiede in den Längen der magnetischen Hauptaxen, ausgenommen beim Epidot. Die größte und kleinste Axe weichen von der mittleren Axe im Mittel um 13 % ab, während die Genauigkeit der relativen Messungen $^1/_4$ % betrug. Die größte Abweichung ist 40 % beim Augit, die kleinste 1 % bei Eisenammoniumsulfat. Bezüglich der Lage der Axen habe ich bei der Verschiedenheit des Materiales keine Beziehungen zu der Lage der optischen und dielektrischen Axen, wenigstens nicht mit Sicherheit, zu entdecken vermocht. Bemerkenswert ist, daß in neun Fällen von elf die größte der beiden in der Symmetrieebene liegenden Axen in den spitzen Winkel β fällt. Die magnetischen Eigenschaften von Eisen-, Kobalt-, Nickelammoniumsulfat und Kobaltkupfersulfat stimmen ihrer Verwandtschaft entsprechend gut überein.«

Ref.: K. Stöckl.

34. K. Schwarzschild (in Potsdam): **Über einen Transformator zur Auflösung sphärischer Dreiecke, besonders für Zwecke der Ortsbestimmung im Luftballon** (Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1910, **30**, 75—80).

Der hier beschriebene Transformator dürfte alle interessieren, welche mit der mechanischen Auflösung von sphärischen Dreiecken zu tun haben. Dieser Operation wird für gewöhnlich die stereographische Projection zugrunde gelegt (Kohlschütter, Meßkarte zur Auflösung sphärischer Dreiecke, Berlin, Reimer 1905). Bei dem Schwarzschild'schen Transformator werden nicht Radiusvektor und Amplitude als Polarcoordinaten aufgetragen, sondern der Radiusvektor wird als Abszisse, die Amplitude ungeachtet ihres Winkelcharakters als Ordinate eines rechtwinkeligen Coordinatensystems abgetragen. Damit transformiert sich das ganze stereographische Netz in eine neue Gestalt und das, was in dem ursprünglichen Netz Drehung war, wird nunmehr Verschiebung zur Ordinatenaxe. Da ein rechtwinkeliges Coordinatensystem leichter herzustellen ist als ein System von Polarcoordinaten, und da eine Verschiebung in einem rechtwinkeligen Coordinatensystem einfacher zu bewerkstelligen ist als eine Drehung im Polarsystem, so ist diese Anordnung vorteilhafter. — Es werden dann mit diesem Transformator mehrere astronomische Aufgaben gelöst; es lassen sich damit aber ebensogut die Aufgaben der Krystallographie, welche sphärische Dreiecke benutzen, behandeln. — Der Transformator wird geliefert von dem Direktor des astrophysikalischen Instituts, Herrn Geheimrat Schwarzschild, Potsdam, zum Preise von 6 Mk.

Ref.: K. Stöckl.

35. W. von Ignatowsky (früher in Wetzlar, jetzt in Berlin): **Ein neuer Nicol für Projectionszwecke** (Ebenda 217—218).

Bei längerdauernder Projection krystalloptischer Versuche wird der Polarisator stark erwärmt (Gefährdung der Kittschicht), da 50 % von dem einfallenden Lichte, d. h. die ganze im ordentlichen Strahl enthaltene Lichtmenge im Nicol

von den geschwärzten Seiten absorbiert wird. Dieser Übelstand wird durch die hier beschriebene Construction beseitigt und zwar so weitgehend, daß eine stundenlange Projection mit Bogenlampen für Stromstärken bis zu 30 Ampère den Nicol auch nicht im mindesten gefährdet.

Construction: Der Querschnitt des Nicols ist ein Rechteck. Der außerordentliche Strahl geht durch den Nicol hindurch, der ordentliche wird an der Kittschicht reflektiert. Dieser trifft nun nicht auf eine geschwärzte, sondern auf eine polierte Fläche. Dort ist ein Glasprisma aufgekittet, welches ihn (den ordentlichen Strahl) ungehindert austreten läßt. Liefernde Firma: Leitz, Wetzlar.

Ref.: K. Stöckl.

36. A. E. Oxley (in ?): **Vorrichtung zur Erzeugung von circular polarisiertem Licht** (Chem. News. 1910, **102**, 189—190. Ref. nach Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1911, **31**, 355).

Beim Fresnel'schen Glasparallelepiped zur Erzeugung von circular polarisiertem Licht ist das hindurchgelassene Licht seitlich verschoben. Vorliegende Arbeit beschreibt zwei Vorrichtungen nach dem Fresnel'schen Prinzip, welche die austretenden Strahlen nicht gegen die einfallenden verschieben.

I. Construction: Sie besteht aus zwei aneinandergesetzten Glasparallelepipeden. Die einfallenden, linear polarisierten Strahlen werden viermal total reflektiert. Bei passend gewähltem Winkel der Parallelepipede (z. B. bei Glassorte $n_{D_1} = 1{,}5035$ Winkel von $74^0\,38{,}2'$ oder $42^0\,34{,}8'$) ist der austretende Strahl circular polarisiert, wenn die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes mit der Ebene der vierfachen inneren Reflexion einen Winkel von 45^0 bildet.

II. Construction: Zwei Trapezoide mit je zwei rechten Winkeln werden mit der kürzesten Kante miteinander in Berührung gebracht. Die Strahlen erleiden eine dreimalige innere totale Reflexion. Eine Phasenverzögerung von $\frac{\pi}{2}$ wird zwischen den beiden Componenten erzeugt, wenn der spitze Winkel der Trapezoide $73^0\,48{,}6'$ beträgt. Wegen des Einflusses der zwischen den Trapezoiden befindlichen Luftschicht (die parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisierte Componente werden in verschieden starkem Maße geschwächt) muß aber der Winkel, welchen die Schwingungsebene des einfallenden linear polarisierten Lichtes mit der Einfallskante bildet, $49^0\,2'$ und nicht 45^0 sein.

In seinem Referat in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1911, **31**, 355 bemerkt hierzu Schönrock: »Der Verf. ist nicht darauf gekommen, daß sich dieser Nachteil« (Einfluß der Luftschicht) »leicht beheben läßt. Man braucht die beiden Trapezoide nur mit Kanadabalsam aneinander zu kitten, dann fallen die ungleichen Schwächungen der beiden Componenten fort, und das Licht ist praktisch circular polarisiert, wenn der Winkel zwischen der Polarisationsebene des auffallenden Lichtes und der Reflexionsebene 45^0 beträgt.«

Ref.: K. Stöckl.

37. A. Johnsen (in Kiel): **Demonstration der Polarisationsazimute convergenter Lichtstrahlen beim Austritt aus doppeltbrechenden Krystallplatten** (Physik. Zeitschr. 1910, **11**, 535—537. — Centralbl. f. Min. 1910, 193—194).

Der Verf. führt folgendes aus:

»Die gewöhnlichen Projectionsschirme, Leinwand, Papier, übergypste Flächen, depolarisieren auffallendes linear polarisiertes Licht vor der Reflexion zum großen

Teil, weil eine Anzahl der Strahlen, z. B. die oberflächlichen Gypskryställchen durchdringt und elliptisch polarisiert wieder verläßt. Wenn man das auf Papier projizierte Bild einer pleochroitischen Turmalinplatte durch einen Nicol betrachtet, so ist infolge der doppeltbrechenden Papierfasern kein Pleochroismus wahrzunehmen, wohl aber, wenn auf Mattglas oder mattierte Metallflächen projiziert wird. Wird ein einaxiges oder zweiaxiges Interferenzbild auf einen der jetzt gebräuchlichen, am besten nicht geriefelten Aluminiumschirme projiziert, so kann man das Interferenzbild fast völlig auslöschen, indem man ein Nicol gekreuzt zu dem Analysator des Projectionsapparates zwischen Auge und Schirm bringt.

Entfernt man den Analysator von dem Apparat und besieht das nun erhellte Gesichtsfeld des Schirmes durch das Nicol, so erblickt man je nach der Stellung des letzteren das für gekreuzte, bzw. das für parallele Nicols typische Interferenzbild. Dreht man, indem man eine Stelle des Bildes durch jenen Nicol (Analysator) fixiert, letzteres soweit, daß die Interferenzfarbe dieser Stelle in Weiß übergeht, so liegen jetzt der Hauptschnitt des Analysators und die zu ihm senkrechte Richtung parallel den Polarisationsebenen der beiden Strahlenbündel, welche jene Interferenzfarbe lieferten.

An zweiaxigen Interferenzbildern findet man auf diese Weise die Fresnelsche Construction der Schwingungsebenen praktisch verwirklicht; streng gilt die Construction natürlich nur, wenn die Krystallplatte von allen Strahlen senkrecht getroffen wird. Nur einaxige, senkrecht zur Axe geschnittene Platten genügen der Fresnel'schen Construction auch bei convergenter Durchstrahlung genau.

Der didaktische Vorteil gegenüber einem Nörrenberg oder einem Konoskop mit drehbarem Analysator besteht erstens darin, daß man objectiv an dem Schirm die zu fixierende Stelle zeigen und deren beide Polarisationsrichtungen mittelst Fresnel's Construction (nach Augenmaß) angeben kann; zweitens darin, daß man durch continuierliches Entfernen des Analysators vom Auge den zu analysierenden Bildteil beliebig einzuengen vermag.

Ähnlich wie Papier und Mattglas müssen sich auch die krystallinen (außer regulären) und die kolloidalen Niederschläge unterscheiden; erstere depolarisieren vor der Reflexion dasjenige Licht, das ein wenig in sie eingedrungen ist, letztere nicht. Bringt man etwa in zwei zum Axenwinkelapparat gehörige Glaströge gleich durchscheinende Niederschläge von Aluminiumhydroxyd und von Calcit, so ist das auf die Tröge projizierte Turmalinbild auf dem ersteren viel deutlicher pleochroitisch als auf dem letzteren. Auf diese Weise könnte man kolloidale und krystalline Niederschläge auch in solchen Fällen unterscheiden, wo infolge geringer Doppelbrechung oder geringer Größe der Teilchen ein Gangunterschied nicht festzustellen ist und dadurch die mikroskopische Methode versagt.«

Ref.: K. Stöckl.

38. **H. v. Wartenberg** (Charlottenburg, Physik.-Techn. Reichsanstalt): **Optische Constanten einiger Elemente** (Ber. d. Deutsch. physik. Ges. 1910, 12, 105—120).

Für eine Reihe seltener Elemente wurden die optischen Constanten, Brechungsindex n, Absorptionskoëffizient $n\varkappa$, Reflexionsvermögen R nach der Voigt-Drude'schen Methode aus den Hauptwinkeln $\overline{\varphi}$ und $2\overline{\psi}$ bei Reflexion linearpolarisierten Lichtes bestimmt und zwar:

I. für $\lambda = 579\ \mu\mu$ (gelb) (Quecksilberlicht)
II. » $\lambda = 660\ \mu\mu$ (rot).

Die Resultate enthalten folgende Tabellen:

I. Für $\lambda = 579\ \mu\mu$.

Material	n	$\varkappa$	$n\varkappa$	R-%	$\bar{\varphi}$	$\bar{\psi}$
Mangan	2,49	1,56	3,89	63,5	78° 9′	29° 16′
Chrom	2,97	1,63	4,85	69,7	80 13	29 39
Vanadin	3,03	1,16	3,51	57,5	77 51	25 15
Tantal.	2,05	1,12	2,31	43,8	72 57	25 15
Niob	1,80	1,17	2,11	41,3	71 23	26 30
Wolfram	2,76	0,98	2,71	48,6	75 57	23 10
Palladium	1,62	2,11	3,41	65,0	75 55	33 2
Rhodium	1,54	3,03	4,67	78,3	78 54	36 12
Iridium	2,13	2,29	4,87	74,6	79 33	33 59
Platinrhodium (10% Rh.)	1,79	2,35	4,20	71,7	78 5	33 57
Silicium	3,87	0,116	0,47	35,7	75 38	3 31
Graphit	2,98	0,58	1,74	36,7	74 11	16 9
Platin (10% Rh.)	2,03	2,24	4,4	71,3	78 40	32 40

II. Für $\lambda = 660\ \mu\mu$.

Material	n	$\varkappa$	$n\varkappa$	R-%	$\bar{\varphi}$	$\bar{\psi}$
Iridium	2,40	2,10	5,05	74,1	40° 4′	32° 38′
Rhodium	1,81	2,93	5,31	79,7	80 10	35 51
Platinrhodium	2,08	2,22	4,62	73,2	79 10	33 17

Wie man sieht, steigt das R nur ganz unbedeutend im Rot, das Iridium hat innerhalb der Fehlergrenzen dasselbe Reflexionsvermögen. Das ist nicht zu verwundern, es handelt sich ja um weiße Metalle. Ref.: K. Stöckl.

39. A. Q. Tool (in ?): **Eine Methode zur Untersuchung elliptischen Lichtes und die Bestimmung der optischen Constanten von Metallen** (Physik. Rev. 1910, **31**, 1—25. Referat nach Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1911, **31**, 129—131).

Um Phasendifferenzen beliebiger Größe (nicht bloß kleinere Phasendifferenzen) messen zu können, wird die Methode von Brace und die von Stokes vereinigt, bei welcher elliptisches Licht mit Hilfe eines Compensators von angenähert $\frac{\lambda}{4}$ in lineares verwandelt wird.

Zusammensetzung des Halbschattenpolarimeters für elliptisches Licht: »Aus dem Objektiv des Spaltrohres eines Spektrometers treten die Parallelstrahlenbüschel durch den am Spaltrohr angebrachten Polarisator hindurch und durchsetzen dann die Halbschattenanalysatorvorrichtung, welche vor dem Fernrohrobjectiv befestigt ist, um darauf schließlich in das Fernrohr zu gelangen. Der

Compensator der Analysatorvorrichtung besteht aus einer nahe $\frac{\lambda}{4}$ Platte von Glimmer oder Selenit und ist um die Fernrohraxe drehbar; der mit ihm fest verbundene Teilkreis läßt an einem festen Nonius die Drehung bis auf $0{,}01^0$ ablesen. Mit einem zweiten beweglichen Nonius, der gleichfalls über dem Compensatorteilkreis spielt, ist der Analysatornicol fest verbunden; dieser befindet sich dicht am Fernrohrobjektiv und ist ein Jellet'scher Halbschattennicol, dessen gespaltene Hälfte dem Polarisator zugekehrt ist. Mit dem Jellet'schen Zwillingsprisma fest verbunden ist die Brace'sche Halbschattendoppelplatte aus Glimmer, deren beide Hälften Phasendifferenzen von verschiedenen Ordnungen erzeugen. Sie sitzt dicht am Jellet'schen Prisma zwischen diesem und dem Compensator, sodaß ihre Trennungslinie und diejenige des Jellet'schen Prismas gleichzeitig scharf gesehen werden können. Was die Herstellung und Befestigung der Brace-Platte betrifft, so ist es am besten, wenn ihre Hauptaxe mit der Trennungslinie einen Winkel von angenähert 45^0 bildet und letztere senkrecht zur Trennungslinie des Jellet'schen Prismas gestellt wird, sodaß die optische Axe des letzteren und die Hauptaxe der Brace-Platte einen Winkel von 45^0 einschließen. Das Gesichtsfeld ist daher in vier gleiche Teile geteilt; zur Einstellung auf dieses wird ein passendes Ocular benutzt, während das mit diesem austauschbare Fernrohr nur beim Justieren des Spectrometers gebraucht wird. Das Prinzip dieser Methode besteht demgemäß darin, das zu untersuchende Licht mit Hilfe des Compensators in solches von geringer Elliptizität zu verwandeln und dieses mittelst der Brace-Platte zu prüfen.«

Mit dem Apparat werden die optischen Constanten von Nickel, Kobalt, Stahl, Kupfer, Eisen untersucht. Er findet, daß die Oberflächenbeschaffenheit zwar die absoluten Werte der optischen Constanten, nicht aber die Dispersion derselben beeinflußt. Nach Ansicht des Verfs. können die wahren Werte der Constanten für die Metalle höchstens mit einer wahrscheinlichen Genauigkeit von zwei bis drei Prozent ermittelt werden.

Ref.: K. Stöckl.

40. F. Jentzsch (in Wetzlar): **Ein elektrischer Heizapparat für mikroskopische Beobachtungen** (Zeitsch. f. wissensch. Mikroskopie 1910, 27, 259—264).

Eine viereckige oder runde Messingschachtel enthält den durch Asbest gut nach außen hin isolierten Heizkörper, kleine hohle Metallschachteln von gutem Wärmeleitvermögen mit einer spiralförmigen Wickelung der heizenden Widerstandsdrähte. Der ganze Heizkörper ist auf einer rechteckigen Platte (schlechtem Wärmeleiter) befestigt, die mit Objektklammern oder Schrauben auf dem Objekttische des Mikroskopes befestigt wird. Die Präparate werden entweder in einem Schlitz in den Heizkörper hineingeschoben oder auf eine durchlochte Metallplatte gelegt, die aus dem Heizkörper seitwärts herausragt. Die erstere Konstruktion eignet sich gut zur Untersuchung und Demonstration von Dünnschliffen, die letztere Konstruktion zur Untersuchung und Demonstration von mikrochemischen Reaktionen, Interferenzfiguren im sogen. konvergenten polarisierten Lichte. Zum Schutze des Objektives ist ein kleiner Schutzmantel konstruiert. Diese Heizapparate lassen sich an allen gewöhnlichen Mikroskopen anbringen.

Die Apparate werden von der Firma Leitz in Wetzlar angefertigt. Sie haben sich, wie Referent nach vielfacher Benutzung bestätigen kann, namentlich zu Demonstrationszwecken am Projectionsapparate, recht gut bewährt.

Ref.: E. Kaiser.

41. F. C. Calkins (in Washington): **Der Brechungsindex von Canadabalsam** (Science 1909, **30**, 973).

W. T. Schaller (in Washington): **Der Brechungsindex von Canadabalsam** (Americ. Journal Science 1910, **29**, 324).

Calkins fand den Brechungsindex von Canadabalsam in 300 sorgfältig untersuchten Dünnschliffen zwischen 1,535 ± 0,002 und 1,544 schwankend.

Schaller fand eine Schwankung von 1,536 bis 1,543; ein Mittelwert ist 1,5395. In alten Schliffen steigt der Index bis zu einem Höchstbetrage von 1,545.

Ref.: W. T. Schaller.

42. E. T. Wherry (früher in South Bethlehem, Pa., jetzt in Washington): **Die colloide Natur der unorganischen complexen Säuren** (Journal Franklin Institute 1910, **169**, 486—492).

Die Untersuchung einiger der complexen unorganischen Salze von Wolcott Gibbs, besonders solcher aus der Reihe der Phosphor-Vanadin-Molybdate, zeigte offenbar isometrische Krystalle, die optisch zweiaxig waren ($2E$ etwa 5^0). Die spitze Bisektrix stand senkrecht zu den Würfelflächen. Die scheinbar reguläre, in Wirklichkeit jedoch rhombische Symmetrie der Krystalle führt den Verf. zu der Annahme, daß die complexen Salze keine chemischen Verbindungen sind, sondern daß sie nahe verwandt den sogen. »Adsorptionsverbindungen« der Colloidchemie sind und daß sie gewissermaßen die Lücke zwischen den Colloiden und Krystalloiden ausfüllen.

Ref.: W. T. Schaller.

43. H. P. Whitlock (in Albany, New York): **Eine Liste neuer Krystallformen an Mineralien** (School of Mines Quarterly 1910, **31**, 320—345, und 1910, **32**, 51—92).

Eine Zusammenstellung neuer, seit 1896 veröffentlichter Formen mit Literaturnachweisen. (Viele Auslassungen wurden bemerkt.)

Ref.: W. T. Schaller.

44. O. C. Farrington (in Chicago): **Studien über Meteoriten, III.** (Field Museum Natural History, Geological Series, 1910, **3**, No. 8, 165—193, m. Taf.)

Beschreibung von Meteoriten von Leighton, Alabama, und von Quinn Canyon, Nevada, mit Analysen. Eine Zusammenstellung von 22 Tänitanalysen zeigt eine große Veränderlichkeit der Zusammensetzung, schwankend von Fe_7Ni zu $FeNi$. Die Prozentzahlen für Fe schwanken zwischen 50,73 und 86,44 und die für Ni von 47,80 bis 13,02.

Ebenso sind Zusammenstellungen der Zeiten von Meteorfällen und von Meteoriten der Vereinigten Staaten, nach Staaten geordnet, gegeben.

Ref.: W. T. Schaller.

45. C. N. Fenner (früher in New York, jetzt in Washington): **Der Watchung-Basalt und die Paragenesis seiner Zeolithe und anderer secundärer Mineralien** (Ann. New York Acad. Sciences, 1910, **20**, No. 2, Part II, 93—187, 4 Taf., 29 Fig.).

Die Lava, in der die Zeolithe usw. gefunden wurden, breitete sich über Seebecken aus und kühlte sich rasch ab, wobei ein großer Teil davon in rundlichen geröllähnlichen Massen erstarrte, die dem »pahoehoe« der hawaiischen Laven gleichen. Das Innere dieser kugeligen Gebilde kühlte sich langsam genug ab, um eine normale Krystallisation von Labrador und Diopsid zuzulassen. Jede Kugel ist jedoch mit einer mehrere Centimeter dicken Rinde von Glas umgeben. Diese Rinden sind häufig zertrümmert und zersprengt, was in Zusammenhang mit ihrer raschen Abkühlung steht. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Kugeln sind mit großen Mengen dieses zertrümmerten Materiales ausgefüllt. Diese Zwischenräume sind die eigentliche Veranlassung für das Auftreten der Prozesse, die zur Bildung der secundären Mineralien Veranlassung gaben.

Die örtlichen Verhältnisse haben gezeigt, daß diese kugeligen Massen, mit Glasrinden, auf Flächen vorkommen, wo zur Zeit der Eruption seichte Becken bestanden, und ebenda ging die Bildung von Zeolithen vor sich.

Überhitzte Wasserdämpfe, die von den wasserdurchtränkten Sedimenten des Seebodens herrührten, drangen mit großer Gewalt und Geschwindigkeit aufwärts, wobei sie eine große Menge feinen Staub mit sich führten, den sie in den verschiedenen Zwischenräumen als rötlichbraunes Pulver absetzten. Das zirkulierende Wasser, das die Bildung der Zeolithe bedingte, ist meteorischen Ursprungs (juvenil). Das Wasser drang ein vom Rande der Lava, durchbrach die darunterliegenden porösen Sedimente und floß in das Becken, das der See vorher inne hatte. Naturgemäß war das Wasser bestrebt, in der porösen Lava aufzusteigen. Unmittelbar nach der Verfestigung der Lava wurde jedoch alles eindringende Wasser verdampft, als jedoch die Temperatur sank, begann das Wasser, das schon als Dampf in der Lava vorhanden war, sich wieder zu bilden.

Die Dämpfe, die die Lava ausgestoßen hatte, verdichteten sich in Rissen und Hohlräumen, sobald die Temperatur etwas sank, denn ihre Verdampfungstemperatur liegt hoch, und eine relativ geringe Temperaturerniedrigung veranlaßt ihren Niederschlag in fester Form. Diese Dämpfe waren in der Hauptsache B_2O_3 und Fe- und Cu-Verbindungen.

Die Hauptmenge der secundären Mineralien (Pektolith, Prehnit, Amphibol, Zeolithe, Hämatit, Chlorit) geht zurück auf die primären Mineralien des Magmas. Die anderen Mineralien (Datolith, Pyrit, Chalkopyrit) enthalten Elemente, die im normalen Basalt nur in winzigen Mengen vorkommen, die jedoch in den Sublimationsprodukten angereichert wurden. Die Hauptrolle des meteorischen Wassers scheint gewesen zu sein, daß es ein Mittel darstellte, in welchem ein Zerfall und Neuaufbau der Bestandteile des Gesteins leicht vor sich gehen konnte.

Ein Glas ist als weit unterkühlte Flüssigkeit viel leichter löslich als normal krystallisiertes Gestein und müßte deshalb am ersten von dem zirkulierenden Wasser angegriffen worden sein. In Übereinstimmung hiermit finden sich die secundären Mineralien in Nestern und Taschen in den Hohlräumen zwischen aneinander grenzenden Blöcken, die sie umgeben, als wären diese ursprünglich von glasigen Rinden umzogen gewesen.

Das Wasser strömte rasch durch die Lava und schwer lösliche Substanzen (wie Magnesia und Eisen) waren nie in bis zur Sättigung ausreichender Menge in dem Wasser vorhanden, sodaß eben diese Substanzen wieder ausgeschieden werden und einen Bestandteil der neuen Mineralien bilden konnten. Daher kommt das fast vollständige Fehlen von Magnesium und Eisenverbindungen unter den aus dem Wasser abgesetzten secundären Mineralien.

Als die Lava, und damit das in ihr enthaltene Wasser, allmählich erkaltete, änderten sich die Bedingungen des chemischen Gleichgewichtes. Die vorher gebildeten secundären Mineralien waren in den kälteren Lösungen, die ihre Zusammensetzung geändert hatten, nicht mehr beständig, sie wurden gelöst und durch Neubildungen ersetzt. Die Umwandlungsprozesse können auf drei Perioden verteilt werden:

I. Periode: Borsäureperiode.
 1. Stadium: Albit, Quarz, Granat, Amphibol, Eisenglanz, Sulfide. —
 2. Stadium: Datolith, Prehnit, Pektolith, Amphibol, Eisenglanz, Sulfide.

II. Periode: Periode der Zeolithbildungen.
 Analcim, Chabasit, Heulandit, Stilbit, Natrolith, Skolezit, Laumontit, Apophyllit, Amphibol, Chlorit, Eisenglanz, Sulfide.

III. Periode: Periode der Calcitabscheidungen.
 Thaumasit, Calcit, Gyps, Amphibol, Chlorit, Eisenglanz, Sulfide.

I. Umwandlungsperiode. Temperatur und Druck hatten ein Maximum erreicht. Die entstehenden Mineralien sind durch eine ziemlich tiefgehende hydrothermale Umwandlung gekennzeichnet.

Albit. Der Feldspat des unveränderten vollkrystallinischen Basaltes ist ein Labrador von der ungefähren Zusammensetzung: $Ab_{40}An_{60}$. Da die beiden Moleküle chemisch verschieden sind und verschiedene Beständigkeitsbereiche besitzen, kann unter dem Wechsel der Bedingungen der Fall eintreten, daß sie mit einer Lösung in Berührung stehen, die den Anorthit, aber nicht den Albit löst. Der wenige gelöste Albit ruft gleich Sättigung hervor, während der Anorthit in Reaktion tritt, bei welcher sich neue Verbindungen bilden, sodaß der Anorthit zerstört wird. Die ursprünglichen Krystalle sind so in Berührung mit einer Lösung, die an Albit gesättigt, an Anorthit ungesättigt ist. Anorthit wurde daher dauernd aus dem Labradorit weggeführt, Albit an seiner Stelle abgesetzt. Albit wird ersetzt durch Prehnit, Datolith, Pektolith, Natrolith, Stilbit, Chabasit, Apophyllit und Calcit. Es wurde jedoch nicht beobachtet, daß Albit an die Stelle anderer Mineralien als solcher des ursprünglichen Basaltes tritt. Deshalb ist der Albit zu den ersten Umwandlungsprodukten zu zählen. Gleichzeitig wurden Quarz, Amphibol, Granat, Hämatit, Pyrit und Chalkopyrit gebildet.

Quarzkrystalle erreichen eine Länge von 15 mm. Die Krystalle $(m r z)$ sind farblos, amethystfarben oder seltener rauchig. Körnige Aggregate und Chalcedonvarietäten sind ebenfalls vorhanden. Zahlreiche Aushöhlungen befinden sich auf den Quarzen, die die Gegenwart irgendwelcher Minerale andeuten, die bei den späteren Reaktionen vollständig wieder verschwanden. Quarz wird ersetzt durch Datolith, Prehnit, Apophyllit, Pektolith, Chabasit, Heulandit, Stilbit und Calcit.

Granatkrystalle sind sehr klein und gehen durch Umwandlung in Prehnit und grünen Amphibol über.

Amphibol. Vier wohlbestimmte Varietäten von Amphibol wurden beobachtet: 1. Ein dunkelgrüner Amphibol, der weitgehend durch andere Mineralien ersetzt ist und merkwürdige vorspringende Fetzen zurückläßt. Starker Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ = dunkel blaugrün, $\mathfrak{b}$ = weinrot, $\mathfrak{c}$ = blaß gelbgrün. Dazwischen liegende Schnitte zeigen graue, lila, purpurrote und braune Färbungen. Absorption $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$. Zweiaxig, negativ, $2E$ groß. Auslöschung $\mathfrak{c}:\mathfrak{a} = 14$—$15^0$. Doppelbrechung 0,025. Demnach als Arfvedsonit zu betrachten. Obwohl wahrscheinlich während eines Stadiums des Umwandlungsprozesses vorherrschend, ist dieses Mineral jetzt selten. — 2. Der gewöhnliche Amphibol erscheint faserig

und gleicht dem Aktinolith. Starker Pleochroismus: $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ = blaßbraun mit grün, $\mathfrak{c}$ = klar smaragdgrün. Absorption stark parallel $\mathfrak{c}$, schwach parallel $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$. Auslöschung fast parallel bis zu einem Maximum von 11°. Brechungsquotient etwa 1,65. Doppelbrechung etwa 0,033. — 3. Die dritte Varietät ähnelt dem grünen Aktinolith, hat jedoch eine maximale Auslöschungsschiefe von etwa 33°. Brechungsindex $> 1{,}66$. In einigen Schliffen ist Granat durch Amphibol ersetzt, in anderen umgekehrt. — 4. Eine Umwandlung, offensichtlich zu Tremolit, wurde beobachtet. Die grünen Amphibole haben sich zu einem fast farblosen, nicht pleochroitischen Amphibol, der wahrscheinlich arm an Eisen ist, umgewandelt.

Eisenglanz findet sich oft in kleinen, selten in größeren Mengen. Er leitet sich vom Magnetitgehalte des Basaltes ab.

Sulfide. Es handelt sich um Pyrit nnd Chalkopyrit. Ihre Gesamtmenge ist gering. Sie rühren her von Ausströmungen des sich verfestigenden Magmas und waren ursprünglich in Spalten der kälteren Teile des Basaltes abgesetzt.

Datolith ersetzt den Albit und wird selbst später von Zeolithen und Calcit ersetzt. Er ist nahezu gleichzeitig mit Prehnit entstanden; in einigen wenigen Fällen ist er jünger und ersetzt Prehnit. In vielen Dünnschliffen zeigt sich recht gut die Ersetzung des Datolith durch Chabasit, Stilbit, Heulandit, Natrolith und Calcit. In einem einzigen Falle wurde beobachtet, daß Datolith jünger als Heulandit und Calcit ist, was mit einigen unregelmäßigen Bedingungen der Wasserzirkulation zusammenhängt.

Prehnit geht bei der Umwandlung über in: Pektolith, Natrolith, Apophyllit, Chabasit, Stilbit und Calcit.

Pektolithnadeln haben Prehnitmassen durchdrungen, als ob letztere überhaupt keinen Widerstand entgegensetzten. Pektolith ersetzt Prehnit, Albit und Quarz. Er selbst wird wiederum von Natrolith, Chabasit, Apophyllit und Calcit ersetzt.

Die II. Umwandlungsperiode zeigt einen bemerkenswerten Wechsel der jetzt abgesetzten Mineralien, was der sinkenden Temperatur und dem Fehlen der Borsäure und ihres zerstörenden Einflusses zuzuschreiben ist. Während der I. Periode wurde der Labradorit zerlegt, die Anorthitmoleküle bildeten neue Moleküle, während Albit zurückblieb. Nach einiger Zeit jedoch wurde auch der Albit zerlegt. Später, zu Beginn der II. Periode, war die Borsäure (wie z. B. Datolith) durch Verdrängung weggeführt und schied aus, und ebenso waren die Eisen- und Magnesiumverbindungen weggeführt. Allein die Feldspäte blieben zurück, während die Temperatur das einzig Veränderliche war. Fortdauernd wurden CaO- und Na_2O-Zeolithe gebildet, die Hauptmineralien, die während dieser Periode abgesetzt wurden.

Analcim war einer der ersten Zeolithe, die auftraten. Das frische Mineral ist vollkommen isotrop und wasserklar, aber mit fortschreitender Zersetzung wird es sehr trüb und bildet poröse Massen, auch ist es dann doppeltbrechend. Analcim wird ersetzt durch Stilbit, Natrolith und Calcit.

Chabasit, Heulandit und Stilbit sind so häufig vergesellschaftet, daß man sie am besten zusammen betrachtet. Sie sind sehr häufig und bilden große, prächtige Krystallgruppen. Chabasit scheint immer dem Heulandit voranzugehen, auch ist er durch Stilbit ersetzt. Beide werden später von Natrolith verdrängt. In einzelnen wenigen Fällen wurde beobachtet, daß Heulandit durch Stilbit ersetzt wurde. Alle drei Mineralien werden leicht durch Natrolith ersetzt, dessen Nadeln die Mineralien durchdringen, als ob kein Widerstand da wäre

(ähnlich wie die Pektolithnadeln den Prehnit). Chabasit wird auch von Laumontit verdrängt. Es scheint, als ob Chabasit, Heulandit und Stilbit sich in dieser Reihenfolge gefolgt seien, und daß sie alle früher da waren als Natrolith, Calcit und Laumontit.

Laumontit ist durch Natrolithnadeln ersetzt, obwohl die Bildungsperioden beider zweifellos ineinander greifen. Ähnlich verdrängt Calcit in einigen Fällen den Laumontit, wogegen in anderen Laumontit sicher jünger ist. Laumontit war eines der Endglieder der Zeolithreihe, die nicht plötzlich abbrach, sondern allmählich in die dritte oder Calcitperiode überging. Während dieser Übergangsperiode wurden sowohl Laumontit als auch Calcit gebildet.

Skolezit ist selten und wird durch Natrolith ersetzt.

Natrolith ist einer der häufigsten Zeolithe. Er ist wie Laumontit eines der Endglieder der Zeolithe und verdrängt alle beschriebenen Mineralien. Er ist jedoch immer älter als Calcit.

Apophyllit ist ebenfalls unter den letzten Zeolithen und scheint in die III. Periode überzugreifen.

Chlorit ist meist überall vorhanden. Sehr spärlich in der I. Periode, häufig in der II. und III.

Serpentin wurde in geringer Menge beobachtet.

III. Umwandlungsperiode. Calcit ist so häufig wie alle anderen Mineralien zusammengenommen. Er ist jünger als alle Zeolithe, ausgenommen (zum Teil) Laumontit. Mit dem Calcit wurde eine geringe Menge Gyps und Thaumasit abgeschieden. Auch wurden während dieser Periode grüner Amphibol, Chlorit, Eisenglanz, Pyrit und Chalkopyrit abgesetzt.

Ref.: W. T. Schaller.

46. H. P. Whitlock (in Albany, New York): **Calcit von New York** (New York State Museum, Memoir 1910, 13, 190 S., 27 Taf., 27 Fig.).

Der Verf. gibt einen historischen Überblick, eine Übersicht über die Calcite von New York und eine allgemeine Übersicht über die Krystallisation von Calcit, mit einer sehr genauen Zusammenstellung der seit Erscheinen von Goldschmidt's Index der Krystallformen erschienenen Literatur. Einer allgemeinen Beschreibung der Krystallographie des Calcits folgt eine Aufzählung aller bekannten Formen mit den Symbolen nach Naumann, Bravais, Miller, Lévy und Mohs (seltsamerweise fehlen die von Goldschmidt vorgeschlagenen Symbole. D. Ref.). Auch sind Fundort, Bearbeiter und Zeit angegeben. Die Vorkommen sind alsdann beschrieben und nach den Fundorten erläutert.

Rossie, St. Lawrence County. Hessenberg's Skalenoëder $2R^{1\frac{1}{4}}$ $\{15.7.\bar{2}\bar{2}.4\}$ besteht aus den beiden Skalenoëdern *$\{39.15.\bar{5}\bar{4}.8\}$ und $\{15.7.\bar{2}\bar{2}.2\}$.

	$\measuredangle x$	$\measuredangle y$	$\measuredangle z$
Gem. (Hessenberg)	81° 53′ 00″	35° 26′ 00″	33° 7′ 00″
Ber. »	81 34 28	35 29 57	33 17 42
Gem. $\{39.15.\bar{5}\bar{4}.8\}$	87 15	30 39	34 59
Ber. $\{39.15.\bar{5}\bar{4}.8\}$	87 14 30	30 46 30	34 25
Gem. $\{15.7.\bar{2}\bar{2}.2\}$	—	37 14	25 22
Ber. $\{15.7.\bar{2}\bar{2}.2\}$	83 50	36 5	25 33

Beobachtet wurden: $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{8.8.\bar{1}\bar{6}.3\}$, $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}$, $\{80\bar{8}1\}$, $\{70\bar{7}1\}$, $\{50\bar{5}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{05\bar{5}4\}$, $\{04\bar{4}3\}$, $\{02\bar{2}1\}$,

$\{31\bar{4}5\}$, $\{7.2.\bar{9}.11\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{43\bar{7}1\}$, $\{24\bar{6}1\}$, $*\{4.6.\overline{10}.1\}$, $\{4.16.\overline{20}.3\}$, $\{14.2.\overline{16}.3\}$, $\{62\bar{8}1\}$, $\{15.7.\overline{22}.2\}$, $*\{39.15.\overline{54}.8\}$.

Die Winkel für die neuen Formen sind:

	Gemessen:	Berechnet:
$(4.6.\overline{10}.1):(\bar{4}.10.\bar{6}.1) =$	$72^0 49'$	$72^0 36{,}5'$
$(4.6.\overline{10}.1):(10.\bar{4}.\bar{6}.1)$	46 22	46 30
$(4.6.\overline{10}.1):(6.4.\overline{10}.1)$	18 49,5	18 41
$(4.6.\overline{10}.1):(10.\bar{6}.\bar{4}.1)$	73 18	72 36
$(4.6.\overline{10}.1):(11\bar{2}0)$	9 42	9 20,5

Antwerp, Jefferson County: $\{11\bar{2}3\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{0.13.\overline{13}.1\}$, $\{09\bar{9}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{41\bar{5}6\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{53\bar{8}2\}$, $\{6.7.\overline{13}.2\}$.

Somerville, St. Lawrence County: $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{5.5.\overline{10}.1\}$, $*\{8.8.\overline{16}.1\}$, $\{13.0.\overline{13}.1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{04\bar{4}5\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{0.14.\overline{14}.1\}$, $\{61\bar{7}8\}$, $\{51\bar{6}4\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{7.4.\overline{11}.3\}$, $\{6.7.\overline{13}.2\}$, $*\{1.11.\overline{12}.2\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(8.8.\overline{16}.1):(8.8.\overline{16}.\bar{1}) =$	$8^0 49'$	$8^0 22'$
$(8.8.\overline{16}.1):(16.\bar{8}.\bar{8}.1)$	59 22	59 38,5
$(1.11.\overline{12}.2):(12.\overline{11}.\bar{1}.2)$	109 0,5	108 53
$(1.11.\overline{12}.2):(\bar{1}.12.\overline{11}.2)$	8 32	8 30

Sterlingbush, Lewis County: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{53\bar{8}2\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{42\bar{6}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$.

Lyon Mountain, Clinton County (vergl. diese Zeitschr. **43**, 321). Als Zusatz zu den dort angegebenen Formen: $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{21\bar{3}0\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{05\bar{5}4\}$, $\{0.11.\overline{11}.7\}$, $*\{8.14.\overline{22}.3\}$, $*\{4.6.\overline{10}.1)$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(8.14.\overline{22}.3):(14.8.\overline{22}.\bar{3}) =$	$25^0 26'$	$25^0 17'$
$(8.14.\overline{22}.3):(02.\bar{2}.1)$	26 47	26 47
$(4.6.\overline{10}.1):(10.\bar{6}.\bar{4}.1)$	46 29	46 30
$(4.6.\overline{10}.1):(21\bar{3}1)$	22 6,5	22 10

Arnold Hill, Clinton County: $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $*\{29.19.\overline{48}.10\}$, $\{43\bar{7}1\}$, $\{13\bar{4}1\}$, $\{9.11.\overline{20}.4\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(29.19.\overline{48}.10):(48.\overline{19}.\overline{29}.10) =$	$44^0 38'$	$44^0 55'$
$(29.19.\overline{48}.10):(11\bar{2}0)$	15 8,5	15 13

Mineville, Essex County: $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{08\bar{8}1\}$, $\{6.5.\overline{11}.1\}$.

Chilson Lake, Essex County: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{03\bar{3}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{53\bar{8}2\}$, $\{2.8.\overline{10}.3\}$.

Crown Point, Essex County: $\{10\bar{1}1\}$.

Smith's Basin, Washington County: $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $*\{53\bar{8}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{05\bar{5}2\}$, $\{05\bar{5}1\}$, $\{0.11.\overline{11}.1\}$, $\{7.4.\overline{11}.3\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{9.7.\overline{16}.2\}$, $\{15.13.\overline{28}.2\}$, $\{17.15.\overline{32}.2\}$, $\{13\bar{4}1\}$, $\{35\bar{8}1\}$, $\{8.4.\overline{12}.1\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(11\bar{2}0):(53\bar{8}0) =$	$7^0 58'$	$8^0 13'$

Glens Falls, Warren County: $\{11\bar{2}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{13.0.\overline{13}.1\}$, $\{04\bar{4}5\}$, $\{31\bar{4}0\}$, $\{53\bar{8}2\}$.

Saratago, Saratago County: $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{44\bar{8}3\}$, $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{29.17.\overline{46}.12\}$.

Fayetteville, Onondaga County: $\{11\bar{2}0\}$, $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{2.9.\overline{11}.5\}$.

Union Springs, Cayuga County: (Vergl. diese Zeitschr. **43**, 393) $\{0001\}$, $\{1120\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\{13.0.\overline{13}.1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{61\bar{7}8\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{7.4.\overline{11}.3\}$, $\{19.10.\overline{29}.6\}$, $\{12\bar{3}1\}$, $*\{3.15.\overline{18}.2\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(3.15.\overline{18}.2):(18.\overline{15}.\bar{3}.2)$ =	$101^0 40'$	$101^0\ 4{,}5'$
$(3.15.\overline{18}.2):(\bar{3}.18.\overline{15}.2)$	17 36	17 46
$(11\bar{2}0):(3.15.\overline{18}.2)$	21 54	22 7

Howes Care, Schoharie County: (Vergl. diese Zeitschr. **43**, 393). Als Zusatz zu den dort angegebenen Formen: $\{71\bar{8}9\}$, $*\{9.4.\overline{13}.2\}$, $\{8.4.12.1\}$, $\{42\bar{6}1\}$, $\{13\bar{4}1\}$, $\{6.21.\overline{27}.5\}$?

	Gemessen:	Berechnet:
$(9.4.\overline{13}.2):(13.\bar{4}.\bar{9}.2)$ =	$34^0 20'$	$34^0 25'$
$(9.4.\overline{13}.2):(4.9.\overline{13}.\bar{2})$	31 42	31 55
$(9.4.\overline{13}.2):(8.4.\overline{12}.1)$	4 43	4 47
$(9.4.\overline{13}.2):(62\bar{8}1)$	3 59	4 6

South Bethlehem, Albany County: $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{70\bar{7}1\}$, $\{62\bar{8}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{13.0.\overline{13}.1\}$, $\{4.3.\bar{7}.10\}$, $\{72\bar{9}5\}$, $\{04\bar{4}5\}$, $\{07\bar{7}8\}$.

New Baltimore, Green County: $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{21\bar{3}1\}$.

Catskill, Green County: $\{10\bar{1}1\}$, $\{7.4.\overline{11}.15\}$, $\{72\bar{9}5\}$, $\{31\bar{4}2\}$, $\{53\bar{8}2\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{10.3.\overline{13}.2\}$, $*\{11.3.\overline{14}.2\}$.

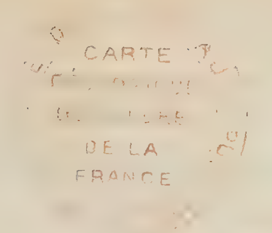
	Gemessen:	Berechnet:
$(11.3.\overline{14}.2):(\overline{11}.14.\bar{3}.2)$ =	$94^0 54'$	$94^0 56'$
$(11.3.\overline{14}.2):(14.\bar{3}.\overline{11}.2)$	22 41	23 11
$(11.3.\overline{14}.2):(3.11.\overline{14}.\bar{2})$	40 37,75	40 36

Hudson, Columbia County: $\{10\bar{1}1\}$, $\{16.4.\overline{20}.3\}$, $\{11\bar{2}0\}$.

Rondout, Ulster County: (Vergl. diese Zeitschr. **43**, 393). Als Zusatz zu den dort angegebenen Formen: $\{31\bar{4}0\}$, $\{28.0.\overline{28}.1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{0.12.\overline{12}.5\}$, $\{0.11.\overline{11}.4\}$, $\{07\bar{7}2\}$, $*\{07\bar{7}1\}$, $\{0.13.\overline{13}.1\}$, $\{0.14.\overline{14}.1\}$, $\{0.17.\overline{17}.1\}$, $\{0.28.\overline{28}.1\}$, $\{7.2.\bar{9}.11\}$, $\{72\bar{9}5\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{17.9.\overline{26}.8\}$, $\{12.32.\overline{44}.13\}$, $\{3.15.\overline{18}.2\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(01\bar{1}2):(07\bar{7}1)$ =	$55^0 53'$	$55^0 30{,}5'$
$(07\bar{7}1):(\bar{7}071)$	61 58,5	62 1

Ref.: W. T. Schaller.



XXIV. Custerit, ein neues kontaktmetamorphes Mineral.

Von

J. B. Umpleby, W. T. Schaller und **E. S. Larsen** in Washington.

(Übersetzt von K. Spangenberg).

Einleitung.

Das im folgenden beschriebene neue Mineral ist ein wasserhaltiges Fluor-Calciumsilikat und ähnelt, im Dünnschliff im parallelen Lichte betrachtet, einem Pyroxen; bei gekreuzten Nikols glaubt man aber Albit vor sich zu haben. Es wurde gegen Ende des Jahres 1912 von einem der Verfasser (J. B. Umpleby) in einer Kontaktzone, $3\frac{1}{2}$ Meilen (engl.) südwestlich von Mackay, Custer County, Idaho, gefunden. Diese Zone wird auf Kupfer abgebaut, und zwar tritt das Erz hauptsächlich in unregelmäßigen, vom Kontakt mit dem metamorphosierten Mississippi-Kalkstein ziemlich weit abgelegenen Schmitzen im Granitporphyr auf. Die Erze, darunter hauptsächlich Kupferkies und seine Oxydationsprodukte, sind aufs engste mit Granat, Diopsid, Magnetit, Flußspat und anderen Kontaktmineralien vergesellschaftet, in Massen, die fast genau die Ausdehnung ursprünglicher Kalksteineinschlüsse [1]) haben. In manchen dieser Einschlüsse ist von dem ursprünglichen Kalkstein nichts als höchstens lokal seine Schichtung in dem Granat-Diopsidfels erhalten; in anderen aber geht ein Kern von unverändertem blauen Kalkstein nach außen hin über blaßblauen, teilweise umkrystallisierten Kalkstein in weißen Marmor und schließlich in eine Zone über, die im wesentlichen aus Granat, Diopsid und Magnetit besteht. Das neue Mineral wurde vom Rande eines derartigen Einschlusses aus dem Streifen zwischen Granat-Diopsidzone einerseits und Marmorzone andererseits gesammelt.

---

1) Diese Erklärung, die von J. B. Umpleby in einem Bericht über diese Erzlagerstätten ausführlich erläutert werden wird, deckt sich nicht ganz mit der von J. F. Kemp und C. G. Gunther in The White Knob Copper Deposits, Mackay, Idaho (Am. Inst. Min. Eng., Bull. No. 14, 301—328, 14 Fig.; März 1907) gegebenen.

Nach der Provinz Custer County, in der es gefunden wurde, wurde für das im folgenden beschriebene Mineral der Name Custerit vorgeschlagen.

Vorkommen und Entstehung.

Der Custerit wurde ungefähr 200 Fuß von ihrem Rande in einem großen Kalkeinschluß gefunden, der in der ersten nördlichen Abteilung der Empire- (früher White Knob) Mine auf einem Gebiet von etwa 10 000 Quadratfuß zutage tritt. Er kommt dort unmittelbar neben Magnetit und spärlichem Granat und Diopsid vor. Man kann Handstücke in üblicher Größe schlagen, die Magnetit und Custerit in nahezu gleichen Mengen und augenscheinlich gleichzeitiger Entstehung enthalten. Granat und Diopsid treten darin in unregelmäßig verstreuten, zum Teil recht gut ausgebildeten Krystallen auf. Der Custerit verhält sich ähnlich zu diesen Mineralien, wie etwa der Calcit am Rande der Granat-Diopsidzonen; das legt die Vermutung nahe, daß jene später entstanden sind als der Custerit. Diese Anschauung scheint durch das Vorkommen des Minerales in der Übergangszone von Granat-Diopsidfels zu Marmor und durch sein auffälliges Fehlen dort, wo die Metamorphosierung am intensivsten war, also an der Peripherie der eingeschlossenen Kalksteinbrocken, noch unterstützt zu werden. Das Studium der Dünnschliffe, sowohl wie Beobachtungen im Gelände, weisen darauf hin, daß sich der Custerit in den äußeren Teilen der vom Magma aus in den Kalkstein eindringenden Metamorphosierungswelle bildete. An manchen Stellen scheint daher eine ganz bestimmte Reihenfolge in der Metamorphose von Kalkstein über Marmor zu Custerit und schließlich zu Granat-Diopsid-Magnetitfels innegehalten worden zu sein. Hat diese Folgerung für das ganze Vorkommen Gültigkeit, dann ist das Fluor des Custerit wahrscheinlich zum Teil im Flußspat des Granat-Diopsidfels vertreten. Die Geländebeobachtungen über das Auftreten des Custerits in dieser Lagerstätte sind indes so unvollständig, daß weitere auf seine Entstehung bezügliche Vermutungen nicht eben ratsam erscheinen.

Mineralbeschreibung.

Der Custerit tritt in feinkörnigen Massen auf, die leicht für grünlichen Marmor gehalten werden können, obgleich die feinen Spaltflächen, die unter der Lupe im Sonnenlicht glänzen, grobtafelförmig sind und gelegentlich Zwillingslamellen senkrecht zur Längsrichtung zeigen. Auf verwitterten Oberflächen ist eine hauptsächlich aus Carbonat bestehende kreidige Kruste nicht selten; darunter ist vielleicht 1 mm weit das Mineral weiß und porzellanartig.

Die physikalischen Eigenschaften des Custerits, soweit sie an den Handstücken, von denen einzelne Krystalle nicht isoliert werden konnten, bestimmbar sind, sind folgende: Härte ungefähr 5; spez. Gewicht = 2,91

(korrigiert für beigemengten Diopsid und Magnetit); Glanz: fettig bis glasartig; Strich: weiß; Farbe: grünlichgrau; spröde; durchscheinend.

Im Dünnschliff sieht man ein Aggregat unregelmäßiger, verschieden orientierter, ineinandergreifender Körner, von denen selten eins mehr als 1 mm lang und etwas weniger breit ist; meist haben die Körner nur einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$ mm. Das Mineral hat drei Spaltungsrichtungen, die sich nahezu rechtwinklig schneiden. Die Spaltbarkeit ist aber in allen drei Richtungen so unterbrochen, daß man unmöglich die genauen Schnittwinkel messen kann. In zwei Richtungen ist die Spaltbarkeit ungefähr gleich gut, während sie in der dritten besser nahezu vollkommen genannt werden kann. Parallel zu dieser Hauptspaltungsrichtung ist polysynthetische Zwillingsbildung sehr schön ausgebildet. Der Abstand der einzelnen Lamellen beträgt selten mehr als 0,01 mm und ist gewöhnlich noch kleiner. Die Zwillingslamellen sind nicht gleichmäßig verteilt; ziemlich große Stücke sind in manchen Krystallen überhaupt unverzwillingt. In Schnitten senkrecht zur stumpfen Bisektrix sieht man die einzelnen Lamellen symmetrisch unter einer Schiefe von 6—7^0 gegen die Zwillings- und Hauptspaltungsebene auslöschen. Schnitte parallel zur optischen Axenebene liegen ebenfalls senkrecht zu den Zwillingslamellen, doch ist hier die Auslöschung gerade. Schnitte senkrecht zur spitzen Bisektrix zeigen die Zwillingslamellen nicht, doch sieht man hier zwei Spaltbarkeiten sich unter Winkeln von nahezu 90^0 schneiden. Die Auslöschungsrichtung ist dann diagonal zu den dadurch gebildeten Quadraten, d. h. sie bildet einen Winkel von ungefähr 45^0 mit beiden Spaltungsrichtungen.

Aus den obigen Beziehungen der optischen Eigenschaften zu Spaltungsrichtungen und Zwillingsbildung geht hervor, daß das Mineral zwei Spaltbarkeiten hat, nämlich (110) und (001), der letzteren ist die Zwillingsebene parallel. Ferner scheint der Schluß berechtigt, daß das Mineral monoklin ist, da auch die sorgfältigsten Messungen eine schiefe Auslöschung der Lamellen in einem der Hauptschnitte senkrecht zur Zwillingsebene nicht feststellen konnten. Bestätigt wurde die Richtigkeit dieser Beobachtung außerdem mit Hilfe des Fedorow'schen Universaltisches, auf dem unter Drehung des Krystalles in der Ebene der Zwillingslamellen die Auslöschungswinkel gemessen wurden.

Die positive spitze Bisektrix ($\mathfrak{c}$) steht nahezu senkrecht auf den Zwillingslamellen. Die stumpfe Bisektrix ($\mathfrak{a}$) tritt auf den senkrecht zu den Zwillingslamellen gelegenen Schnitten, die das Maximum der Auslöschungsschiefe (6—7^0) zeigen, aus. Dieser Schnitt liegt daher senkrecht zur krystallographischen b-Axe.

Die am Fedorow'schen Tisch ausgeführten Messungen des optischen Axenwinkels für *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht ergaben folgende, stets durch zwei Beobachter ermittelte Durchschnittswerte:

Optische Axenwinkel von Custerit:

Ablesungen am Fedorow'schen Tisch; Schnitt $17\frac{1}{2}^0$ geneigt.

Licht:	1. Axe:	2. Axe:
Li	32,25	34,7
Na	31,85	34,65
Tl	31,25	35,0

Diese Ablesungen, die auch an einem anderen Schnitt kontrolliert wurden, ergaben nach Korrektur für Brechung des Glases und Neigung des Schnittes die folgenden Werte:

$$2V_{Li} = 60,5^0;\ 2V_{Na} = 60,1^0;\ 2V_{Tl} = 59,8^0.$$

Folglich $2E = 105^0$.

Die Dispersion der optischen Axen ($\varrho > v$) ist ziemlich stark. Die Krystalle von Custerit, die man im Dünnschliff beobachtet, erscheinen in allen Richtungen nahezu gleichmäßig ausgebildet, nur in Richtung der $\mathfrak{a}$-Axe scheinen sie zu Längenwachstum zu neigen.

Die Brechungsexponenten des Custerits wurden mit der Immersions methode bestimmt; die unten angegebenen Werte waren für verschiedene Körner ziemlich konstant.

$$\alpha = 1,586 \pm 0,005 \qquad \gamma - \alpha = 0,012$$
$$\beta = 1,589 \pm 0,005 \qquad \gamma - \beta = 0,009$$
$$\gamma = 1,598 \pm 0,005 \qquad \beta - \alpha = 0,003$$

Diese aus der Differenz der einzelnen Brechungsexponenten abgeleiteten Werte für die Doppelbrechung stimmen sehr gut überein mit den folgenden genaueren direkten Messungen an orientierten Schnitten von 0,06 bezüglich 0,10 mm Dicke:

$$\gamma - \alpha = 0,011 +$$
$$\gamma - \beta = 0,009 +$$
$$\beta - \alpha = 0,004 -$$

Unter dem Mikroskop zeigt der Custerit also folgende charakteristische Eigenschaften: 1. mäßig hohen Brechungsexponenten; 2. geringe Doppelbrechung; 3. polysynthetische Zwillingsbildung (größte Auslöschungsschiefe der Zwillingslamellen 6—7°); 4. optisch +; 5. deutliche Dispersion der optischen Axen mit $\varrho > v$; 6. drei nahezu rechtwinklige Spaltungsrichtungen.

Es gibt kein bekanntes Mineral, von dem er nicht sofort optisch unterschieden werden könnte. Seine Doppelbrechung und Zwillingsbildung lassen zunächst auf Albit schließen, doch ist sein Brechungsexponent bedeutend höher. Infolge seiner Oberflächenbeschaffenheit, Farblosigkeit und Spaltbarkeit könnte man auf den ersten Blick im Dünnschliff zu einer Verwechslung mit einem farblosen Augit gelangen, aber Licht- und Doppelbrechung sind zu niedrig und die Auslöschungsschiefe zu gering für alle Pyroxene, ausgenommen Ägirin. Auch dem Hillebrandit ähnelt er in Licht- und Doppel-

brechung, doch ist dieser rhombisch, optisch negativ und tritt faserig auf. Relief und Doppelbrechung ähneln auch dem Eudialyt; dieser ist aber einaxig und kommt im Verein mit *Na*-Mineralien vor.

Es ist nicht anzunehmen, daß Custerit ein weit verbreitetes Mineral ist, denn seine optischen Eigenschaften sind so charakteristisch, daß er wohl kaum übersehen worden wäre. In den Handstücken sieht er indes so wenig auffallend aus, daß bisher vielleicht Dünnschliffe noch nie hergestellt worden sind. Jedenfalls müßte man das Mineral in fluorhaltigen Kontaktzonen besonders gegen den Rand der metamorphischen Bildungen hin suchen.

Chemische Eigenschaften.

Vorprüfungen. In einem geschlossenen Rohr gelinde erhitzt, wird der Custerit vorübergehend gelb und phosphoresziert mit goldgelbem Licht. Im verdunkelten Zimmer gleicht die Phosphoreszenzfarbe der eines tief goldgelb gefärbten Berylls. Bei zunehmender Temperatur wird die Phosphoreszenz zerstört und Wasser abgegeben. Das Mineral dekrepitiert dabei nicht. Wenn man schließlich das Mineral bis zum Schmelzen des Rohres erhitzt, erhält man einen weißen Ring, der von Fluordämpfen herrührt. Vor dem Lötrohr schmilzt Custerit nur schwer zu einer trüben weißen Emaille.

Custerit wird von Säuren sehr leicht zersetzt; mit HCl befeuchtet, scheidet sich aus gepulvertem Mineral so schnell gallertartige Kieselsäure ab, daß sie eine steife zusammenhängende Masse bildet. Wendet man überschüssige Säure an, so schwimmt die abgeschiedene Kieselsäure in der Lösung, diese selbst scheidet aber beim weiteren Kochen keine Kieselsäure mehr ab. Custerit gelatiniert also nicht so wie Natrolith.

Zusammensetzung. Die Analyse ergab, daß Wasser, Fluor, Kieselsäure und Calcium die Hauptbestandteile des Custerits sind; geringe Mengen von Eisen und Magnesium erklären sich wahrscheinlich aus der Anwesenheit von Magnetit bzw. Diopsid. Ziemlich reines, frisches, zur Analyse geeignetes Material stand nur in Mengen von 0,25—0,75 g zur Verfügung. Im folgenden sind die von W. T. Schaller gefundenen Analysenresultate wiedergegeben (s. Tabelle S. 326, oben).

Diese Zahlen wurden durch eine Teilanalyse (H_2O nicht mit bestimmt) einer anderen, etwas weniger reinen Probe gleichartigen Custerits bestätigt. Die erhaltenen Zahlen waren: $SiO_2 = 33{,}46$; $CaO = 53{,}93$; $F = 7{,}29$; $MgO = 1{,}41$; Magnetit = 2,13. Alkalien wurden wegen des spärlichen Materials bei keiner von beiden Analysen bestimmt. Etwas weißeres, kalkigeres Material enthielt weniger Wasser als das frische, und zwar in verschiedenen Proben zwischen 2 und 3% schwankend an Stelle der in obiger Analyse angegebenen 5—6%. Ob dies auf eine Veränderung des

Custeritanalyse.

	1.	2.	Mittel aus 1 und 2:	Molekular-Quotienten:
SiO_2	32,13	32,20	32,17	0,536
CaO	55,11	—	55,11	0,984
H_2O	5,53	5,06	5,30	0,294
F	8,12	—	8,12	0,427
MgO	1,19	1,19	1,19	0,030
Magnetit	0,85	1,14	1,00	
			102,89	
Überschuß von O wegen $F =$			— 3,42	
			99,47	

Custerits hinweist oder ob bloß etwas weniger reines Material daran schuld war, konnte bei dem so spärlich zur Verfügung stehenden Material nicht bestimmt werden.

Deutung der Analysenresultate. Die aus den obigen Analysenwerten abgeleiteten Molekularquotienten können entweder unter der Annahme, daß der kleine Betrag von Mg zum Custerit gehört oder daß er von beigemengtem Diopsid herrührt, gedeutet werden. Beide Möglichkeiten sind in folgender Tabelle enthalten:

	Molekular-Quotienten	$CaO + MgO$ zusammengefaßt	Diopsid $CaMg(SiO_3)_2$ abgezogen	$H_2O + F$ zusammengefaßt
SiO_2	536	2,00	2,00	2,00
CaO	984	3,78	4,01	4,01
MgO	30		—	—
H_2O	294	1,10	1,24	2,14 H_2O
F	427	1,59	1,79	oder 4,27 F

Die hieraus für Custerit hergeleitete Formel wäre: Ca_2SiHFO_4, wobei etwas Fluor durch Hydroxyl ersetzt wäre. Auch als Mischung der beiden Komponenten $2SiO_2 . 4CaO . 2H_2O$ und $2SiO_2 . 4CaO . 4F$, dabei die erste in geringem Überschuß, könnte man die Analyse deuten. Das Verhältnis von Fluor zu Wasser (Hydroxyl) kann man noch besser in folgender empirischen Formel darstellen: $Ca_4Si_2O_6(OH, F)_4$, wobei das Verhältnis von $OH : F =$ 2,48 : 1,79 oder nahezu $OH : F = 4 : 3$ wäre.

Beim Erhitzen auf 110° gibt der Custerit kein Wasser ab, ein Zeichen, daß das Wasser zum molekularen Bestand des Minerales gehört. Die Temperatur, bei der Wasser entweicht, wurde nicht bestimmt, doch wurde wiederholt die Beobachtung gemacht, daß die Phosphoreszenzerscheinung auftrat und durch die Hitze wieder zerstört wurde, bevor Wasser abgegeben

wurde. Etwas pulverisierter Custerit, in einem Uhrglas mit ein wenig Wasser bedeckt, gibt mit ein paar Tropfen Phenolphtalein sofort eine tief rote Färbung. Diese Reaktion ist von Clarke[1]) beschrieben worden, der auch darauf hingewiesen hat, daß sie die einwertige Gruppe — *CaOH* anzeigt. Da das Verhältnis von $OH : F$ nahezu 1 : 1 ist, kann die Strukturformel des Custerits als eines Metasilikates in folgender Weise geschrieben werden:

$$SiO_3 \begin{matrix} \diagup CaOH \\ \diagdown CaF \end{matrix}$$

Da das Verhältnis von $OH : F$ aber nicht genau 1 : 1 ist, sondern eher 4 : 3, könnte man Custerit genauer als eine isomorphe Mischung der folgenden Komponenten deuten (mit dem angegebenen Verhältnis):

$$4\left[SiO_3 \begin{matrix} \diagup CaOH \\ \diagdown CaOH \end{matrix}\right] + 3\left[SiO_3 \begin{matrix} \diagup CaF \\ \diagdown CaF \end{matrix}\right]$$

Beziehungen zu anderen Mineralien. Nur drei Mineralien sind bekannt, mit denen der Custerit infolge seiner chemischen Zusammensetzung verwandt ist, das sind Zeophyllit[2]), Cuspidin[3]) und Hillebrandit[4]). Die Verwandtschaft kann am besten durch Vergleich ihrer Analysen ersehen werden.

Vergleich der chemischen Zusammensetzung von Custerit und verwandten Mineralien.

	Custerit	Zeophyllit	Cuspidin		Hillebrandit
			Franklin Furnace	Vesuv	
SiO_2	32,17	38,84	32,36	32,80	32,59
CaO	55,11	44,32	61,37	61,12	57,76
H_2O	5,30	8,98	—	—	9,36
F	8,12	8,23	9,05	9,88	—
etc.	2,19	2,62	1,46	0,42	0,53
	102,89	102,99	104,24	104,22	100,24
Abzuziehen *O* für *F* . . .	— 3,42	— 3,47	— 3,81	— 3,98	
	99,47	99,52	100,43	100,24	

1) F. W. Clarke, Contributions to chemistry and mineralogy from the laboratory of the United States Geological Survey: Bull. U. S. Geol. Survey 1900, No. 167, 156.

2) A. Pelikan, Sitzungsber. d. Akad. Wien 1902, **3** (1), 334. Ausz. diese Zeitschrift **40**, 618. F. Cornu, Min. petr. Mitt. 1905, **24**, 127. Ausz. diese Zeitschr. **44**, 99.

3) C. Palache, Am. Journ. Sci. 1910, **29**, 185. Diese Zeitschr. 1910, **47**, 583. F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana: Atti Accad. Scienze, Napoli 1910, **14** (No. 6), 273.

4) F. E. Wright, Am. Journ. Sci., 4th ser., 1908, **26**, 551. Ausz. diese Zeitschr. **48**, 113.

Der Zeophyllit ist also das einzige von diesen drei Mineralien, der sowohl H_2O als auch F enthält; dagegen ist dort das Verhältnis von $SiO_2 : CaO$ gegenüber dem von Custerit verschieden, obwohl die Strukturformel ganz ähnlich geschrieben werden kann. Das Mineral wird als rhomboëdrisch beschrieben, und zwar bestehen die Krystalle aus einem einaxigen Kern, der von einem zweiaxigen Rand umgeben ist. Nach dem Erhitzen wird das Mineral homogen und dauernd einaxig. In Krystallform, physikalischen und optischen Eigenschaften besteht zwischen Zeophyllit und den übrigen dem Custerit chemisch verwandten Mineralien keine Verwandtschaft. Die Paragenesis ist ebenso gänzlich verschieden von der des Custerits, da ja Zeophyllit ein zeolithähnliches Mineral ist, das im Basalt mit Natrolith, Calcit, Apophyllit, Analcim usf. gefunden wird. Eine durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Koechlin vom Wiener Hofmuseum erhaltene Probe wurde auf ihre alkalische Reaktion geprüft und mit Phenolphtalein nur eine sehr schwache blaßrote Färbung beobachtet.

Der doppelte optische Charakter des Zeophyllits legt die Vermutung sehr nahe, daß er polymorph ist. Möglicherweise ist der einaxige Bestandteil das zeolithähnliche Mineral, das keine Verwandtschaft mit Custerit, Cuspidin und Hillebrandit hat. Der zweiaxige Bestandteil, in der Natur noch nicht allein gefunden, kann möglicherweise in seinen Eigenschaften den drei anderen Mineralien ähnlich sein. Seine Formel $Ca_4Si_3H_4F_2O_{11}$ kann auch als Custerit plus Metakieselsäure geschrieben werden:

$$Ca_4Si_2H_2F_2O_8 \text{ (Custerit)} + H_2SiO_3,$$

ob aber dieser Tatsache überhaupt irgendeine Bedeutung zukommt, wissen wir nicht. Der Struktur nach kann die Formel des Zeophyllits in ähnlicher Weise wie die des Custerits geschrieben werden, nämlich:

$$\begin{array}{l} CaF-SiO_3 > Ca \\ \quad\quad\;\; SiO_3 < Ca \\ CaF-SiO_3 > \end{array} + 2H_2O.$$

Das würde gleichzeitig die Tatsache erklären, daß Zeophyllit keine deutliche alkalische Reaktion mit Phenolphtalein gibt, scheint aber nicht damit vereinbar, daß bei 110° nur weniger als 1% des Wassers abgegeben wird. Natürlich sind auch andere Strukturerklärungen möglich.

Cuspidin, zuerst am Vesuv gefunden, ist neuerdings durch Palache[1] auch von Franklin Furnace beschrieben worden. Am Vesuv fand man ihn in gut entwickelten Krystallen in Drusen neben Augit, Hornblende, Biotit, Granat, Skapolith, Davyn und Calcit (aus verändertem Cuspidin entstanden). Auch wurden körnige, einem feinkörnigen Diabas ähnliche Aggregate von Cuspidin mit Augit und Biotit beobachtet. Es sei hier auch noch auf das »cuspidinähnliche Mineral«[2] aufmerksam gemacht, das mit grünem Magnesia-

---

1) l. c. 2) G. vom Rath, diese Zeitschr. 1884, 8, 45.

glimmer und weißem Sodalith in rhombischen, von Cuspidin deutlich verschiedenen Prismen gefunden wurde. Seine Zusammensetzung ist nicht bekannt; Zambonini[1]) hält es für identisch mit Humit.

Das spezifische Gewicht von Cuspidin von Franklin Furnace wird zu 2,965—2,989, vom Vesuv (von Zambonini bestimmt) zu 2,962 angegeben; Mittelwert 2,97. Die von Zambonini abgeleitete Formel $Ca_2(CaF)_2Si_2O_7$ befindet sich in vollkommener Übereinstimmung mit seiner eigenen und mit Warren's Analyse des Materiales von Franklin Furnace. Dazu muß bemerkt werden, daß die Anwesenheit von nur 0,51 % Wasser (das in Warren's Analyse nicht bestimmt wurde) genügen würde, um das Verhältnis von $[F + (OH)] : SiO_2$ auf 1 : 1 zu bringen an Stelle von 1,00 : 0,88, wie aus der Analyse berechnet. Die Struktur kann in folgender Weise gedeutet werden:

$$\begin{matrix} Ca \\ Ca \end{matrix} Si_2O_7 < \begin{matrix} CaF \\ CaF \end{matrix} .$$

Daraus geht keine direkte Beziehung zum Custerit hervor.

Hillebrandit ist genetisch, als Kontaktprodukt von Kalkstein mit einem Tiefengestein, dem Custerit verwandt. Eine von Herrn Dr. F. E. Wright zu diesem Zweck gütigst zur Verfügung gestellte Probe verlor bei 110° 0,77 % Wasser und beim Glühen 9,64 % (9,45 % berechnet). Die von Wright beschriebene stark alkalische Reaktion mit Phenolphtalein wurde bestätigt und deutet auf Anwesenheit der $CaOH$-Gruppe hin. Auf Grund dieser Ergebnisse kann die Zusammensetzung des Hillebrandites leicht als ein Metasilikat mit folgender Strukturformel gedeutet werden:

$$SiO_3 < \begin{matrix} CaOH \\ CaOH \end{matrix} .$$

Das wäre der gleiche Typus wie beim Custerit, und es liegt daher die Vermutung nahe, daß Custerit eine isomorphe Mischung ist von Hillebrandit und einem theoretischen Fluor-Hillebrandit, in dem alles Hydroxyl durch Fluor vertreten ist. Diese Anschauungsweise wäre sehr einfach und praktisch, wenn ihr nicht andere Tatsachen widersprächen.

Da der Cuspidin an zwei räumlich weit getrennten Stellen gefunden worden ist, möchte der Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß bei Gegenwart von viel Fluor und wenig oder keinem Wasser sich stets Cuspidin von der Formel $3CaO.2SiO_2.CaF_2$ und nicht Fluor-Hillebrandit mit der Formel $2CaO.2SiO_2.2CaF_2$ bildet. Mit anderen Worten: Fluor-Hillebrandit scheint unter vorherrschend metamorphischen Entstehungsbedingungen nicht existenzfähig zu sein; dieser Schluß stützt sich aber wie gesagt nur auf die Tatsache, daß an den einzigen beiden Stellen, von denen ein derartiges Calcium-

[1]) F. Zambonini, Appendice alla Mineralogia Vesuviana; Atti Accad. Sienze, Napoli 1912, **12**, 44.

Fluorsilikat bekannt ist, eben nur die eine Art, nämlich Cuspidin, gebildet worden ist. Hinsichtlich der isomorphen Vertretbarkeit von F und OH scheint es daher wahrscheinlich, daß die isomorphe Reihe, von der das eine Endglied der Hillebrandit ist, aus folgenden beiden Endgliedern besteht: $(CaOH)_2SiO_3$ und $(CaF)(CaOH)SiO_3$ und nicht aus den theoretischen Endgliedern $(CaOH)_2SiO_3$ und $(CaF)_2SiO_3$.

Dann ist auch die Symmetrie von Custerit und Hillebrandit augenscheinlich verschieden, obwohl ja einige Eigenschaften des letzteren Minerales nicht so genau bestimmt werden konnten wie bei Custerit. Hillebrandit ist faserig ausgebildet und rhombisch, während Custerit körnig auftritt und dem monoklinen Krystallsystem zugehört, allerdings mit fast rhombischen Symmetrieverhältnissen, wie aus den nahezu rechtwinkligen Spaltbarkeiten und der geringen Auslöschungsschiefe hervorgeht. Es mag auch sein, daß Hillebrandit und Custerit beide dimorph sind, und daß von den vier möglichen Komponenten nur die beiden nicht isomorphen bekannt sind.

Der Stand unserer Kenntnisse über die Verwandtschaft der vier genannten Mineralien ist nun, soweit es bei ihrem spärlichen Vorkommen überhaupt möglich war, ungefähr im folgenden wiedergegeben:

Cuspidin:	$Ca_4Si_2F_2O_7$.
Theor. Fluor-Hillebrandit:	$Ca_4Si_2F_4O_6$; instabil, nicht bekannt.
Custerit:	$Ca_4Si_2F_2(OH)_2O_6$; dimorph: 1. rhombische Form isomorph mit Hillebrandit, unbekannt; 2. monoklin.
Hillebrandit:	$Ca_4Si_2(OH)_4O_6$; dimorph: 1. monokline Form isomorph mit Custerit, unbekannt; 2. rhombisch.
Zeophyllit:	$Ca_4Si_3H_4F_2O_{11}$; dimorph, die bekannte Form mit den oben genannten Mineralien nicht verwandt.

Die nahe chemische Verwandtschaft dieser vier Mineralien zeigt sich noch besser, wenn man ihre Formeln so schreibt, daß der gemeinsame Bestandteil $Ca_4Si_2F_2O_7$ stets erhalten bleibt:

Cuspidin:	$Ca_4Si_2F_2O_7$.
Custerit:	$Ca_4Si_2F_2O_7 . H_2O$ (Cuspidin + Wasser).
Hillebrandit:	$Ca_4Si_2(OH)_2O_7 . H_2O$.
Zeophyllit:	$Ca_4Si_2F_2O_7 . H_2O . SiO_2$ (Cuspidin + Wasser + Kieselsäure).

Diese Beziehungen legen manche andere Frage nahe, wie die nach der Existenz eines Hydroxyl-Cuspidins $Ca_4Si_2(OH)_2O_7$ oder nach der Ableitbarkeit von Custerit und Zeophyllit (oder eines mit diesem polymorphen Körpers) aus Custerit durch Hinzutritt von Wasser und Kieselsäure, usw.

Zum Schluß sollen die wesentlichen Eigenschaften der oben behandelten Mineralien zum Nachschlagen nochmals kurz tabellarisch zusammengestellt folgen.

Eigenschaften von Custerit und verwandten Mineralien.

	Custerit	Zeophyllit	Cuspidin	Hillebrandit
Zusammsetzung . .	$Ca_4Si_2H_2F_2O_8$	$Ca_4Si_3H_4F_2O_{11}$	$Ca_4Si_2F_2O_7$	$Ca_4Si_2H_4O_{10}$
Symmetrie	monoklin	rhomboëdrisch	monoklin	rhombisch
Spaltbarkeit	2; Basis u. Prisma	1; Basis	1; Basis	Prisma (?)
Härte	5—6	3	5—6	5—6
Spez. Gewicht . . .	2,91	2,75	2,97	2,69
Schmelzbarkeit . .	schwer schm.	Sehr leicht schm.	Schwer schm.	Schwer schm.
Axenebene	⊥ z. Basis-Spaltb.	⊥ zur Spaltb.	{010}; ⊥ z. Spaltb.	‖ zur Spaltb.
Brechungs-exponenten γ .	1,589	1,55	—	1,612
Brechungs-exponenten β .	—	—	—	—
Brechungs-exponenten α .	1,586	—	—	1,605
Doppelbrechung ϵ .	0,011	—	—	0,007
Char. d. Doppelbrch.	positiv	negativ	—	negativ
$2E$.	105°	0—27½°	110°	60—80°
Dispersion	stark; $\varrho > v$	$\varrho < v$	Gekr. Disp. sehr deutlich; $\varrho > v$	$\varrho < v$
Auslöschungsschiefe	6½°	—	5°	0°
Zwillingsbildung . .	ausgezeichnet polysynth.	—	Zw.-Ebene (100)	—
Längsaxe	—	—	—	c

XXV. Über die Krystallisation des Willemits.

Von

Ch. Palache (Cambridge, Mass.) und **R. P. D. Graham** (Montreal, Canada).

(Übersetzt von K. Spangenberg.)

(Hierzu Taf. IV.)

Von Willemit waren bisher nur wenige Formen bekannt und nur wenige genaue Krystallmessungen verzeichnet. Einer der Verff. hat bereits in einer kurzen Mitteilung in dieser Zeitschrift[1]) einige an Krystallen von Franklin Furnace (N. J.) gemachte, seines Erachtens gegenüber den früheren vollkommenere Beobachtungen mitgeteilt, auf Grund deren er auch ein neues Axenverhältnis vorschlug. Neuerdings durch Mr. Lazard Cahn für das Harvard Mineralogical Museum von dem gleichen Fundorte erworbene Krystalle lieferten sowohl eine noch bessere Reihe von Messungen, als auch eine Anzahl für das Mineral neue Formen. Diese neuen Beobachtungen sollen im folgenden vorgelegt werden.

Die winzigen, 1 mm im Durchmesser nicht überschreitenden Krystalle haben prismatischen Habitus und sind vollkommen durchsichtig, farblos oder blaß gelblichgrün gefärbt. Sie sind auf Manganspat aufgewachsen; dieser ist zum Teil grau und dicht, zum Teil blaßrot und in gekrümmten Grund-Rhomboëdern gut krystallisiert. Die meisten Krystalle sind nur auf einer Seite ausgebildet; es wurden aber auch verschiedene beobachtet und einer davon gemessen, die an beiden Enden die charakteristischen Rhomboëder 3. Art übereinstimmend zeigten, also kein Zeichen für Hemimorphismus, wie ihn Canfield[2]) für dieses Mineral angegeben hat. Viele Krystalle der Stufen sind infolge einer leichten Ätzung und eines dünnen Überzuges von erdiger Substanz matt und glanzlos, die gemessenen Krystalle indes waren glänzend und ließen, abgesehen von der geringen Größe einzelner Flächen, in der Qualität der Reflexe nichts zu wünschen übrig.

---

1) Ch. Palache, diese Zeitschr. 1910, **47**, 581.

2) Am. Journ. Sci. 1907, **23**, 20. Ausz. diese Zeitschr. **46**, 380.

Die an den 6 gemessenen Krystallen beobachteten Formen sind in Tabelle 1 enthalten:

Tabelle 1.

Fläche	Symbol G_2	Symbol Bravais	Symbol Miller	Fläche	Symbol G_2	Symbol Bravais	Symbol Miller
a	$\infty 0$	$(11\bar{2}0)$	$(10\bar{1})$	x	$+41$ (l)	$(3\bar{1}\bar{2}1)$	$(2\bar{1}0)$
m	∞	$(10\bar{1}0)$	$(2\bar{1}\bar{1})$	y	$+41$ (r)	$(21\bar{3}1)$	$(20\bar{1})$
r	$+1$	$(10\bar{1}1)$	(100)	$*j$	$+10.1.(l)$	$(7\bar{3}\bar{4}1)$	$(4\bar{3}0)$
$*n$	-2	$(02\bar{2}1)$	$(11\bar{1})$	$*i$ (?)	$+10.1$ (r)	$(43\bar{7}1)$	$(40\bar{3})$
u	10 (l)	$(2\bar{1}\bar{1}3)$	(201)	$*d$	$-2\frac{1}{2}$ (l)	$(12\bar{3}2)$	$(21\bar{1})$
s	01 (r)	$(11\bar{2}3)$	(210)	$*D$	$-2\frac{1}{2}$ (r)	$(\bar{1}3\bar{2}2)$	$(12\bar{1})$
$*o$	$+21$ (l)	$(5\bar{1}\bar{4}3)$	$(4\bar{1}0)$	$*q$	-52 (l)	$(13\bar{4}1)$	$(21\bar{2})$
$*k$	$+\frac{3}{2}1$ (l)	$(4\bar{1}\bar{3}2)$	$(3\bar{1}0)$	$*l$	-74 (l)	$(15\bar{6}1)$	$(8.5.\bar{1}\bar{0})$

* Neue Formen.

Fig. 1 (Taf. IV) zeigt den vorherrschenden Typ mit dem dominierenden Prisma a und den schmalen, gerade abstumpfenden Flächen m, während an den Enden als charakteristische Formen die komplementären positiven Rhomboëder 3. Art x und y und die Rhomboëder 1. Art r und n auftreten. Der in Fig. 2 wiedergegebene Krystall zeigt dazu noch breit entwickelte Flächen der negativen Rhomboëder 3. Art d, D und q. Als Kennzeichen für die stets gleichartige Aufstellung der verschiedenen gemessenen Krystalle diente das Auftreten der Rhomboëder 3. Art k und o, von denen eines oder beide stets ausgebildet waren und dadurch ein sicheres Mittel zur Orientierung bieten, daß sie auf x parallel dessen Schnittkanten mit dem Prisma a eine feine Streifung hervorrufen. Die Formen q und l können, wenn vorhanden, ebenfalls unzweideutig in gleicher Weise angewandt werden. Die Abbildungen selbst stellen mehr die Typen dar als einzelne Krystalle; obwohl in der relativen Größe der einzelnen Formen große Unterschiede vorkommen, so übertreiben die Zeichnungen doch nicht die Regelmäßigkeit in der Entwicklung der vollkommensten Krystalle.

Tabelle 2.

Krystall	a	m	r	n	u	s	o	k	x	y	j	i	d	D	g	l
1	6	6	3	3	1	1	—	3	3	3	—	—	2	3	3	1
2	6	6	2	3	—	—	1	3	3	3	1	—	2	2	3	3
3	6	6	2	1	1	—	1	2	3	3	—	—	1	1	—	—
4	6	6	2	2	—	—	—	2	3	3	2	1	2	2	—	—
5	*	*	*	*	—	—	*	*	*	*	—	—	—	—	*	—
6	6	6	5	1	2	2	2	3	3	5	—	—	2	2	2	—

In Tabelle 2 sind die an den gemessenen Krystallen vorkommenden Kombinationen nebst der Anzahl von Flächen jeder Form angegeben. Nur der letzte Krystall war beiderseitig ausgebildet.

Von den in den Figuren nicht wiedergegebenen Formen treten die Rhomboëder 2. Art u und s als winzige, die äußerste Spitze des Krystalles abstumpfende Flächen auf. Die Rhomboëder 3. Art j, i und l sind schmale Flächen, die die Schnittkanten von x, bzw. y, bzw. q mit dem Prisma abstumpfen. Die Form i, die sich nur auf eine einzige schlechte Ablesung stützt, ist zweifelhaft.

Tabelle 3 enthält eine Übersicht der Ablesungen und die aus den einzelnen Formen berechneten Werte von p_0. Der Kürze halber sind in dieser Tabelle die komplementären Formen x und y, d und D, vereinigt und die für φ beobachteten Winkel auf einen einzigen Sextanten reduziert. Die auf Grund des für p_0 abgeleiteten Wertes berechneten Winkel sind ebenfalls darin angegeben.

Dieser Wert für p_0 ist mit Hilfe der 50 besten Ablesungen von Flächen der sieben in der Tabelle zuerst stehenden Formen gefunden worden, und beträgt $p_0 = 0{,}4453$, dem Axenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}6679$ entsprechend. Der Wert ist nahezu der gleiche, wie der von Lévy aus Messungen an Krystallen von Moresnet berechnete, weicht aber unerklärlicherweise von dem oben erwähnten, von Palache auf Grund schlechter ausgebildeter Krystalle angegebenen Wert ab:

Lévy	(Moresnet)	$a : c = 1 : 0{,}6696$	$p_0 = 0{,}4464$
Palache-Graham	(Franklin Furnace)	$a : c$ 1 : 0,6679	p_0 0,4453
Palache	» »	$a : c$ 1 : 0,6612	p_0 0,4408

Tabelle 3.

Fläche	Symbol G_2	Gemessen φ	Gemessen ϱ	Grenzwerte φ	Grenzwerte ϱ	Anzahl d. Ablesungen	Reflex	Für p_0 berechn. Wert	Berechnet φ	Berechnet ϱ
r	1	29° 59′	37° 41′	29° 52′—30° 06′	37° 39′—37° 42′	8	sehr gut	0,4459	30° 00′	37° 39′
n	—2	30 00	57 03	29 57 30 04	57 00 57 06	5	» »	0,4451	30 00	57 03
k	$\frac{5}{2}$ 1	16 07	54 17	15 57 16 17	54 14 54 21	6	» »	0,4455	16 06	54 17
x } y }	41	10 52	63 57	10 47 10 58	63 52 64 05	23	» »	0,4453	10 54	63 53
d } D }	—$2\frac{1}{2}$	10 54	45 36	10 50 11 01	45 34 45 41	9	» »	0,4446	10 54	45 34
o	21	19 14	49 30	19 04 19 29	49 00 49 47	5	schlecht	—	19 06	49 41
j	10.1	4 41	77 49	4 35 4 52	77 46 77 54	3	»	—	4 43	77 58
i (?)	10.1	5 27	77 37	—	—	1	»	—	4 43	77 58
q	—52	16 03	70 19	15 47 16 19	70 02 70 38	9	gut	—	16 06	70 13
l	—74	20 48	76 51	20 32 21 00	76 45 76 58	4	schlecht	—	21 03	76 54

Außer den an diesen Krystallen bestimmten neuen Formen sind früher an anderen schlechteren Krystallen von Franklin Furnace Beobachtungen gemacht worden, aus denen sich *n*, *x* und *j* ergeben, außerdem aber noch

Tabelle 4.

Fläche	G_2	Bravais	Miller	Gemessen		Berechnet	
				φ	ϱ	φ	ϱ
t	+ 61 (*l*)	$(13.\bar{5}.\bar{8}.3)$	$(8\bar{5}0)$	7° 30′ 7 20	71° 53′ 71 30	7° 35′	71° 07′
w	+ 16.1 (*l*)	$(14.\bar{5}.\bar{9}.1)$	$(86\bar{1})$	3 03 3 01	82 07 82 30	3 00	82 17

Tabelle 5.

Fläche	Symbol		φ	ϱ	Fundort			
	G_2	Bravais			Moresnet	Frankl. Furnace	New Mexico[1]	Grönland[2]
c	0	0001	00° 00′	00° 00′	*	*	*	*
a	∞ 0	$11\bar{2}0$	00 00	90 00		*	*	*
m	∞	$10\bar{1}0$	30 00	90 00	*	*		*
f	3 ∞	$52\bar{7}0$	— 46 06	90 00				*
h (?)	4 ∞	$3\bar{1}\bar{2}0$	— 10 54	90 00		*		
u	10 (*l*)	$2\bar{1}\bar{1}3$	00 00	24 00		*	*	*
s	01 (*r*)	$11\bar{2}3$	60 00	24 00		*		*
e	$-\frac{1}{2}$	$01\bar{1}2$	30 00	21 05		*	*	*
p	$+\frac{3}{4}$	$30\bar{3}4$	— 30 00	30 03	*			
r	+ 1	$10\bar{1}1$	— 30 00	37 39		*	*	*
z	— 1	$01\bar{1}1$	30 00	37 39			*	
n	— 2	$02\bar{2}1$	30 00	57 03		*		
v	$-\frac{4}{5}\frac{1}{5}$ (*r*)	$\bar{1}3\bar{2}5$	10 54	22 11			*	
o	+ 21 (*l*)	$5\bar{1}\bar{4}3$	— 19 06	49 41		*		
k	$+\frac{5}{2}1$ (*l*)	$4\bar{1}\bar{3}2$	— 16 06	54 17		*		
x	+ 41 (*l*)	$3\bar{1}\bar{2}1$	— 10 54	63 53		*		*
y	+ 41 (*r*)	$21\bar{3}1$	— 49 06	63 53		*		*
t	+ 61 (*l*)	$13.\bar{5}.\bar{8}.3$	— 7 35	71 07		*		
j	+ 10.1 (*l*)	$7\bar{3}\bar{4}1$	— 4 43	77 58		*		
i (?)	+ 10.1 (*r*)	$43\bar{7}1$	— 55 17	77 58		*		
w	+ 16.1 (*l*)	$14.\bar{5}.\bar{9}.1$	— 3 00	82 17		*		
d	$-2\frac{1}{2}$ (*l*)	$12\bar{3}2$	49 06	45 34		*		
D	$-2\frac{1}{2}$ (*r*)	$\bar{1}3\bar{2}2$	10 54	45 34		*		
q	— 52 (*l*)	$13\bar{4}1$	43 54	70 13		*		
l	— 74 (*l*)	$15\bar{6}1$	38 57	76 54		*		

1) Penfield, Am. Jour. Sci. 1894, **47**, 305. Vergl. auch diese Zeitschr. **23**, 73.
2) Boeggild, Mineral. Groenland., 1905, 276. Ausz. diese Zeitschr. **43**, 628.

zwei andere Formen, von denen die eine in Fig. 3 zu sehen ist. Diese Messungen sind in Tabelle Nr. 4 zusammengestellt.

Die Beziehungen der an dem Willemit von Franklin Furnace beobachteten Formen lassen sich durch die gnomonische Projektion sehr schön ausdrücken. Sie sind in Fig. 4 eingezeichnet und die positiven und negativen Sextanten mit ihren rechten und linken Unterabteilungen angegeben. Das, was bei der Formentwicklung dabei am meisten auffällt, ist die deutlich hervortretende rhomboëdrisch-tetartoëdrische Natur, die noch ausgesprochener als selbst beim Phenakit ist. Dazu besteht noch die größte Ähnlichkeit mit diesem Mineral, nicht nur in der Art der Symmetrie, sondern auch in den vorkommenden Formen und ihren Winkeln. Das neue Axenverhältnis von Willemit ist fast mit dem vom Phenakit identisch:

Willemit: $a : c = 1 : 0,6679 \quad p_0 = 0,4453$
Phenakit: $a : c = 1 : 0,6611 \quad p_0 = 0,4407$

In Tabelle 5 ist eine vollständige auf das neue Axenverhältnis bezogene Winkeltabelle angegeben. Der für jede Form angegebene Winkel φ gehört zu der Fläche, die der rechten Fläche von a [d. h. der Fläche $(\bar{1}2\bar{1}0)$] im Azimuth am nächsten steht (vergl. Fig. 4). Außerdem ist noch eine tabellarische Zusammenstellung der wenigen Fundorte hinzugefügt, von denen bisher Krystalle beschrieben worden sind. Die von jedem Ort bekannten Formen sind durch einen Stern bezeichnet.

Cambridge, Mass., August 1913.

XXVI. Weitere krystallochemische Belehrungen an der Hand der Tabellen zur krystallochemischen Analyse.

Von

E. v. Fedorow in St. Petersburg.

Wer in das Wesen der Krystallochemie etwas eingedrungen ist, mußte die Überzeugung von einer sehr großen Kompliziertheit ihrer Gesetze gewonnen haben. Einerseits zeichnen sich ganz ähnlich in chemischer Hinsicht gebaute Substanzen durch kolossale Unterschiede in der Form aus, andererseits treffen wir in sehr nahen Formen chemisch ganz verschiedene Substanzen. Der Regel nach sind zwei Modifikationen einer und derselben Substanz krystallographisch sehr verschieden.

Der letzte Umstand, welcher von vornherein die Aufsuchung einfacher Gesetze hoffnungslos macht, ist aber gerade das Resultat der Kompliziertheit der betreffenden Gesetze.

Denken wir, daß diese Gesetze in der Tat endlich ermittelt worden, d. h. die Formeln aufgestellt seien, nach welchen die Form jeder Substanz berechnet werden kann, wenn die chemische Formel derselben streng konstatiert ist; dann sind natürlich diese Formeln Gleichungen von sehr hohem Grade und besitzen folglich zahlreiche Lösungen, obgleich viele von ihren Wurzeln auch paarweise imaginär sein können, wodurch in der Tat die Anzahl der Lösungen ansehnlich vermindert werden kann.

Um die Kompliziertheit dieser Gesetze klar zu machen, stelle man die elementarste Frage dieser Lehre auf, ob die Atome selbst — die Elemente der chemischen Konstitution — eine konstante Form besitzen. Eine verneinende Antwort würde im Sinne der ungewöhnlichen Kompliziertheit der Sache entscheidend sein, und gerade diese Antwort gibt die Erfahrung.

Würden wir den Atomen eine bestimmte Form zuschreiben können, so hätten wir zugleich von sehr nahen Formen derjenigen Atome zu sprechen, welche in den chemischen Verbindungen einander isomorph substituieren, wie z. B. die Atome *Al* und *Fe*; nun ist aber eine noch größere

Reihe von Verbindungen bekannt, in welchen *Fe* durch *Mg* isomorph substituiert wird; es wäre also zu schließen, daß nicht nur die Reihe *Al* . . . *Fe*, sondern auch die Reihe *Fe*, *Mg* . ., *Pb*, *Hg* aus Atomen besteht, deren Formen einander sehr nahe kommen; auf dieselbe Weise hätten wir die Behauptung der nahen Form von der Reihe *Hg*, *Pb* mit *Ag*, *Cu* . . . und dergleichen aufzustellen; man hätte sagen können, daß fast alle Atome überhaupt ihrer Form nach sich sehr nahe stehen und einander isomorph substituieren können (wenigstens außerhalb der Null-Reihe *He*, *Ar* . . .).

Diese Schlußfolgerung ad absurdum bedeutet aber nur, daß überhaupt von einer Konstanz der Atomform keine Rede sein kann, daß diese Form von den äußeren Einflüssen abhängig ist, und wenn einerseits unter gewissen Verhältnissen die Atome verschiedener natürlicher Reihen einander isomorph zu substituieren fähig sind, unter anderen Verhältnissen auch die Atome derselben natürlichen Reihen unter sehr ansehnlicher Formänderung der zur Bildung kommenden Krystalle einander substituieren.

Die glänzenden, in der neuesten Zeit erworbenen Tatsachen führen zu Ansichten über die Natur der Atome, welche diese Veränderlichkeit ihrer Form sehr begreiflich macht.

Diesen Ansichten zufolge besteht jedes Atom wenigstens aus zweierlei Elementen: denjenigen mit größerer Masse und dabei elektropositiven und den elektronegativen Elektronen. Diese Elemente ziehen einander an und umgekehrt stoßen je zwei Elemente einerlei Art einander ab. Wenn also einem Atome ein anderes nahekommt, so entstehen Kräfte der gegenseitigen Anziehung und Abstoßung, sodaß im Resultat die Verteilung der Elemente in den beiden Atomen geändert wird, folglich auch das, was wir als die Form der Atome bezeichnen mögen[1]).

[1]) Die wesentliche Übereinstimmung dieser neuesten Ansichten mit den Schlußfolgerungen, zu welchen ich schon in den Jahren 1874—76 gelangte, ist mir eine große Genugtuung.

Damals habe ich den Grundsatz der Mechanik des Systems der Massenpunkte auf den elektrisch-chemischen Vorgang der Auflösung des Zinks in Schwefelsäure angewandt.

Da an der Oberfläche sich der Vorgang konstatieren läßt, daß die schwereren Zinkteilchen in der zur Oberfläche senkrechten Richtung in der Schwefelsäure Bewegung erhalten und dabei ohne Teilnahme irgendwelcher äußeren Kräfte (diese Teilchen werden durch eine entgegengesetzte Bewegung der viel leichteren Teilchen der Lösung des Zinksulfates ersetzt), so ist die Entstehung einer kompensierenden Kraft notwendig, welche in der gerade entgegengesetzten Richtung wirkt.

Die Erfahrung deutet aber nur auf eine einzige dabei erscheinende polare Kraft hin, und zwar auf die negative Ladung des Zinks. Daraus habe ich damals geschlossen, daß die elektrisch negative Ladung eine Folge ungewöhnlich schnell sich bewegender sehr kleiner Teilchen ist, welche sich in der Zinksubstanz frei verbreiten. Die Teilchen werden jetzt als Elektronen (bzw. corpuscles) bezeichnet und als Einheiten der negativen Elektrizität betrachtet.

Bei solcher Sachlage ist es natürlich ganz unmöglich, aus den in den Tabellen enthaltenen Tatsachen direkt die respektiven Gesetze der Krystallochemie zu ermitteln; bei solchen Verhältnissen gibt die Wissenschaft nur eine fruchtbare Methode — die statistische. Wenn also zwischen zwei Faktoren ein innerer Zusammenhang besteht, so läßt sich derselbe leicht auf statistischem Wege entdecken.

In dieser Arbeit gedenke ich besonders zwei Faktoren zu besprechen: den Zusammenhang der Krystallform mit dem Grade der Einfachheit in der Zusammensetzung der chemischen Molekel, und ferner einige Faktoren, welche die Entstehung der stark negativen und stark positiven Complexe verursachen.

Auffassung des Begriffes der relativen Einfachheit in der chemischen Zusammensetzung der Molekel.

Natürlich ist es sehr schwer, diesen Begriff so zu definieren, daß aus der Definition sofort ersichtlich würde, welche von zwei Molekeln komplizierter gebaut ist. Wenn wir aber auf die Extremfälle den Blick werfen, so ist der Unterschied ganz auffallend. Dabei gilt dies besonders für die einfachsten Verbindungen, zu welchen sogar zweifellos die chemischen Elemente selbst zugerechnet werden müssen. Was aber die oberste Grenze anbetrifft, so ist die Sache dunkel; es kann sogar Zweifel bestehen, ob überhaupt solche obere Grenze der Komplikation des chemischen Baues existiert.

Natürlich ist für eine hoch komplizierte Molekel eine große Anzahl der konstituierenden Atome anzunehmen; keineswegs aber ist diese Anzahl als das Maß der Komplikation zu nehmen; denn man bedenke nur, daß die Atomgruppe NH_4 in vielen Verbindungen ganz analog dem Atom K fungiert, sodaß wir die beiden Verbindungen ClK und $ClNH_4$ als Verbindungen von gleichem Komplikationsgrade betrachten müssen.

Noch lehrreicher ist die Reihe der homologen Radikale CH_3, C_2H_5 . . ., welche sämtlich in bezug auf den Komplikationsgrad mit den Atomen selbst gleichgestellt werden können. Dieselbe Auffassung ist nicht weniger anwendbar auf die zyklischen Radikale, wie Phenyl, Pyridin, Pipecolin . . ., sodaß eine Gesamtheit von ziemlich vielen Atomen auf eine Linie mit dem Atom selbst gestellt werden kann.

Auf Grund der erwähnten Schlußfolgerung ist es sehr leicht, in den meisten Fällen der elektrischen Erregung Auskunft zu geben, welche von zwei einander berührenden Substanzen, die bei dieser Erregung wirksam sind, negative (und folglich auch, welche positive) Ladung erhält. Diese Auffassung läßt sich auf eine sehr große Anzahl verschiedener Erscheinungen anwenden, von den mechanischen Bewegungen in Crookes'schen Röhren an bis zu der Erklärung des Erdmagnetismus als Folge der Erdrotation.

Gerade die glänzendsten Entdeckungen der letzten Jahre weisen andererseits darauf hin, daß die sogenannten chemischen Elemente eigentlich nicht die letzten Elemente sind und sich schwerlich von vielen chemischen Verbindungen in der Kompliziertheit ihres chemischen Baues unterscheiden, obgleich die ihnen zum Bau dienenden Elemente schon von ganz anderer Ordnung sind, sodaß für uns doch die Elemente als die einfachsten Verbindungen der jetzigen Chemie verbleiben.

Von dem jetzt betretenen Standpunkte aus ist dies aber von fast keinem Belang, da für die relativ kurze Zeit, welche vergeht von dem Punkte der Bildung der reinen Verbindung bis zur endgültigen krystallographischen Erforschung derselben, sämtliche konstituierenden Atome ganz beständig und unveränderlich verbleiben; die Verbindung läßt sich eher zersetzen, als die sie konstituierenden Atome.

Wenden wir uns aber der Frage über die Krystallform dieser einfachsten Substanzen zu, so erhalten wir die schon allgemein bekannte Antwort, daß in keiner Gruppe die Krystallisation in der kubischen Syngonie so reich vertreten ist, wie in dieser. Somit erhalten wir eine Andeutung dahin, daß gerade solche Krystallisation den einfachst gebauten chemischen Molekeln entspricht.

Die chemischen Elemente als solche sind die Untersuchungsobjekte der anorganischen Chemie, in deren Gebiet überhaupt besonders die einfachst gebauten Molekel vertreten sind. Natürlich gehören demselben Gebiete auch sehr komplicierte Verbindungen an. Wenn aber die einfachsten in diesem Gebiete speziell vertreten sind und wenn diese sich durch Krystallisation in kubischer Syngonie auszeichnen, so wäre zu erwarten, daß unter den betreffenden Krystallen besonders die sogenannten anorganischen Substanzen vertreten seien.

An anderer Stelle[1]) habe ich schon erwähnt, daß dies wirklich der Fall ist, und daß nicht nur unter den kubischen, sondern auch unter den ideellen Krystallen überhaupt die anorganischen Substanzen ganz besonders reich vertreten sind.

Indem ich für die Einzelheiten auf die Arbeit »Über die Krystalle der kubischen Syngonie« verweise, erlaube ich mir hier die Resultate der Erfahrung ganz kurz zum Ausdruck zu bringen.

Wenn wir die Definition der Gebiete der anorganischen und organischen Chemie gegenüber der üblichen etwas modifizieren, so finden wir sogar, daß die Krystalle der kubischen Syngonie fast ausnahmslos diejenigen der anorganischen Chemie sind.

Diese Modifikation besteht darin, daß wir zu den unorganischen Substanzen auch solche rechnen, in welchen die Hydrogenatome in NH_4 durch

1) Diese Zeitschr. **52**, 128. Speziell den Krystallen der kubischen Syngonie ist eine Arbeit in den Annalen des Berginstituts zu St. Petersburg, IV, 312, gewidmet.

organische Radikale ersetzt werden, wie dies für Chloroplatinate (stannate . . .) und andere anorganische Ammoniaksalze (speziell Alaune) der Fall ist. Diese Modifikation wurde schon in der v. Groth'schen Chemischen Krystallographie eingeführt[1]); außerdem sind hierzu auch die metallischen Salze der organischen Säuren, wenigstens die von einfacherer Zusammensetzung, zu rechnen. Unter diesen Bedingungen verbleiben aus 514 Substanzen der kubischen Syngonie nur 3 echt organische (für manche, aber sehr wenige, beobachtet man das Erscheinen der optischen Isotropie unter, ausnahmsweise auch ohne Erwärmung).

Da die Zahl der ideellen Krystalle nicht zu groß ist, so erlaube ich mir, zur Klarstellung der These sämtliche hierzu gehörenden Komplexsymbole anzugeben, welche bis heute in meiner Liste Platz gefunden haben[2]).

Die ideellen Krystalle.

A. Die des hypohexagonalen Typus (hexagonale Syngonie).

Substanzen in Komplexsymbolen ausgedrückt:

	Summe Org.	Summe Anorg.
Organische: — 26°0′, — — — —	1	—
Anorganische: 22°9, — ca. 26°, 27°15, 27°22, 28°4,	—	5
— 28°22, + 29°2, — — —	2	—
28°7, — — 29°57, 30°8—30°25 (2),	—	4
— — — — + 32°18, ± 32°24,	2	—
+ 30°15—30°44 (2), 31°35, + 32°16, — —	—	4
— 32°41, — — 33°8, — + 33,31,	3	—
32°26, — + 33°0, + 33°3, — 33°30, —	—	4
— — — — — — 36°5, —	1	—
33°38, + 34°25, 34°, 35°30, + 36°4—36°45, — 36°40,	—	7
— — — — — — — —	—	—
37°15—38°10 (2), 37°17, + 37°24, 37°25, 37.°, 37°50—38°7 (2),	—	8
— — — — — 39°23, — —	1	—
38°15, + 38°31, 38°59, 39°0, 39°7, — 39°26—40°22 (4),	—	9
39°33, ± 39°51, — — — — —	2	—
— — 40°7, 40°10—40°20 (2), 40°12, + 40°18,	—	5
Übertrag	12	46

1) Wenn die beiden ersten Bände auf die anorganische Chemie bezogen werden.

2) Diese Zahl nimmt natürlich mit der Zeit zu, sodaß sie schon jetzt größer ist, als in den schon gedruckten Tabellen. Sämtlichen isomorphen Substanzen kommt in den Tabellen nur ein Platz zu, aber für die ideellen Krystalle ist die minimale und die maximale Hauptzahl angegeben (in Klammern ist die Anzahl der isomorphen Glieder angegeben).

Übertrag	12	46
— — — — — — —	—	—
40°21, 40°48—41°10 (2), 40°50, + 41°30, + 42°22, + 42°57,	—	7
— 43°13 — — — — — —	1	—
+ 43°, — 43°25, 43°37, 43°38, 44°5, 44°17—44°53 (2),	—	7
— — — — — —	—	—
44°18—45°17 (2), 46°11—46°36 (2), + 47°28, 48°54, 49°16,	—	7
± 50°56, — — + 51°36 — — —	2	—
— — 50°56, 51°23, — + 51°47, 52°0, + 52°21,	—	5
— — — — — — —	—	—
+ 52°21, 53°10, 53°13—53°35 (2), — 53°16—54°6 (2), ca. 54°,	—	7
— — — — — — —	—	—
+ 54°21—54°38 (2), 55°21, 55°26, + 55°29, 55°37, 55°56,	—	7
— — — — — — —	—	—
56°0—56°58 (2), + 56°2—56°8 (2), 56°8, 56°12, + 56°55,	—	7
— — — 58°3, 58°., — — — —	2	—
57°16, 57°27, 57°31, — — 59°36, 58°40, 59°0 (?), 59°59,	—	7
— — — — — — —	—	—
+ 60°0—60°22 (2), 60°10, + 61°2, 61°16, 61°19—62°40 (3),	—	8
— — — — — —	—	—
61°35—62°20 (6), 61°42 (62°10?), 61°54—62°5 (2), 61°58,	—	10
62°0, — — — — — — + 62°48,	2	—
— 62°2, 62°7, 62°21, 62°23, 62°30, 62°40, —	—	6
— — — — — —	—	—
—62°54—63°0 (2), + 63°0—63°20 (8), + 63°14, + 63°20,	—	12
63°28, — 63°55, — — — — —	2	—
— 63°54, — + 64°1, 64°4, 65°46, 69°6—69°39 (3),	—	7
— 69°53, + 70°25, — — — 72°46,	3	—
+ 69°17, — — 70°47—70°49 (2), 72°30, —	—	4
73°7, — — — — — — —	1	—
— + 74°6, + 74°44, 74°48, 75°12, 75°34, 76°27—77°1 (2),	—	7
— — — 77°52, — 79°1, 79°30, —	3	—
76°43, 76°51, 77°42, — 78°49, — — 80°55,	—	5
80°58, — — + 81°28, — — —	2	—
— 81°13, 81°23, — 82°40, + 82°52, 83°30,	—	5
— —	0	—
83°56, + 85°58.	—	2
Gesamtsumme	30;	166

B. Die des kubischen Typus.

1. Hexagonale Syngonie (trigonale Hyposyngonie).

a. Hexaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: — 45°53, — — — 47°50,	2	—
Anorganische: 45°44, — 46°34, ca. 47°, 47°37, —	—	4
— — — — — — — —	—	—
ca. 48°, 48°3, 48°59, 49°12—49°26 (2), 49°35, 49°55, 49°56	—	8
— — — — — — — —	—	—
49°58—51°16 (3), 50°24, 50°31, 51°25, 51°26, 51°46, 51°58	—	9
52°, — — — — — —	1	—
— 53°8, 54°51, 54°54, 55°50, 56°24—58°17 (4),	—	8
— — — — — 57°55, 58°10, 58°12,	3	—
56°40—57°50 (4), 56°53, 57°22, 57°, — — —	—	7
— — — — — — — —	—	—
58°54, 59°6, 59°9, 60°15—60°43 (5), 60°15—61°3 (3), 60°20,	—	12
— — 61°6, 61°16, — —	2	—
60°37—61°15 (8), 60°53, — — 61°45, 61°57,	—	11
— — — — —	—	—
62°22, 62°30—63°20 (7), 62°37, 63°6.	—	10
Gesamtsumme	8;	69

b. Oktaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: 26°0, 33°50—34°52 (2), 34°21, 34°45,	5	—
Anorganische: — — — — —	—	—
— — 37°5, — — — 38°41, — —	2	—
36°7, 36°41, — 37°18, 37°22, 37°39, — 39°30, 40°43	—	7
— 41°31, — — 43°56—44°16 (2), 44°59, —	4	—
40°57, — 41°38, 42°51, — — — 45°32,	—	4
— 48°7, 48°46, — — — —	2	—
45°57, — — 49°19—51°13 (35), 49°51—50°10 (2),	—	38
— — — — — — 53 40,	1	—
50°0, 50°3—56 12 (2), 51°2, 51°59, 52°21, 53°8, —	—	7
— — — 55°45, — — — —	1	—
54°29—55°34 (5), 55°27, — 57°6, 58°9—58°28 (6), 58°40,	—	14
— 59°., — 60°58, — — — —	2	—
59°0, — 60°34, — 61°37, 61°43, 61°45—63°8 (7),	—	11
62°4, — —	2	—
— 62°27, 63°7.	—	2
Gesamtsumme	19;	83

c. Dodekaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: — — — — —	—	—
Anorganische: 44°2—46°18 (6), 45°1, 45°50—47°4 (3),	—	10
— — — — — — — —	—	—
46°56, ca. 47°, 47°1, 47°9—47°19 (6), 48°8, 48°26—49°3 (3),	—	13
— — — — — — —	—	—
48°41—50°30 (8), 49°6—50°1 (2), 49°22, 49°48, ca. 50°,	—	13
— — 50°38, — — — — —	1	—
50°1, 50°5, — 50°38, 51°23, 51°25—51°47 (2), 51°39,	—	7
— — ca. 54°, — — — —	1	—
52°49, 53°49, — 54°8—57°29 (4), 54°19, 54°37,	—	8
— — — — — — —	—	—
55°2—56°59 (2), 55°20—57°9 (3), 55°33, 55°50, 55°51,	—	8
55°54, — — — — — — —	1	—
— 56°0—57°10 (11), 56°11, 56°11, 56°32, 56°34—57°8 (6)	—	20
— — — — — —	—	—
56°40—56°59 (3), 56°54—57°4 (4), 57°40—57°59 (2),	—	9
— — 61°55, — — 63°39, — —	2	—
60°7—61°4 (4), — 62°14, 63°33, — 63°49, 63°50,	—	8
— — — — —		
64°40, 65°50, 66°18, 66°35, 71°19.	—	5
Gesamtsumme	5;	101
Für sämtliche trigonalen Krystalle	32;	253

2. Tetragonale Syngonie.

a. Hexaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: 29°0, 29°7, — — 34°34, 34°43,	4	—
Anorganische: — — 30°53, 31°48, — —	—	2
— — — — — — 38°35,	1	—
37°0, 37°0—37°47 (3), 37°41, 37°52, 38°34, —	—	7
— — — — — — — —	—	—
39°20—39°46 (2), 41°21, 42°18, 42°26, 43°34, 45°9—45°37 (3),	—	9
— — — — — — — —	—	—
45°13, 46°19, 46°54, 48°13—49°11 (4), 48°34, 48°35—51°44 (4),	—	12
— 49°3, — 49., — — — 50°18 —	3	—
48°36, — 49., — 50°8—50°52 (2), 50°15, — 50°36,	—	6
— — — — — — — —	—	—
52°11, 52°22, 52°40, 53°22, 53°28—54°56 (4), 54°38, 55°35,	—	10
Übertrag	8;	46

Übertrag 8; 46

— — 59°4, — — 60°12, — — — 2 —

56°6, 56°52, — 59°4, 60°2, — 61°7—61°26 (4), 61°22, — 9

— — — — — — 78°48, — 82°9 2 —

61°50, 63°34, 64°50, 67°50, 73°12, 73°52, — 79°41 — — 7

Gesamtsumme 12; 62

b. Oktaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: 25°37, — 28°54, 29°24, — — 3 —

Anorganische: — 26°15, — — 30°38, 31°2, — 3

— — 34°38, 36°46, 36°58, — — — — 3 —

32°28, 34°37, — — — 37°39, 38°17, 38°42, 39°14, — 6

40°7, 41°12, — — 41°46, — — 2 —

— — 41°20, 41°23, — 42°10 — 42°28 (2), — 4

— — 42°20, — — — — — 1 —

42°17—42°35 (2), — 42°28, 42°35, 43°1, 43°1, 44°25, — 7

44°35, — — — — — — — 1 —

— 45°15—45°37 (2), 47°35, 47°57, 48°12, 48°21, 48°52, — 6

— — — — — — — 49°57, 1 —

48°52, 49°3, 49°3, 49°5—49°38 (3), 49°24, 49°41, — — 7

— — — — — — 51°16, — — 1 —

50°27, 50°40, 50°54, 51°3, 51°9, 51°11, — 51°58—53°22 (2) — 8

— — — — — — — — —

52°47, 52°50—53°4 (2), 53°0—53°18 (2), 53°14, 53°44, 54°20, — 8

— — — — — — — — —

54°48—55°24 (2), 56°1—56°24 (2), 56°11, 56°39, 56°41, — 7

— — 56°53, — — — — 57°50, 2 —

56°43, 56°46, — 50°56—57°23 (2), 57°8, 57°38, — — 6

57°51, — — 59°15. 3 —

— 58°47, 58°53, — — 4

Gesamtsumme 17; 66

c. Dodekaëdrische Hauptstrukturart.

Organische: — — 50°49, — — — 1 —

Anorganische: 50., 50., — 50°50, 51°15—51°56 (5), — 8

— — — — — 52°4, — 52°23, — 2 —

51°15—52°9 (2), 51°25, 52°1—52°8 (2), — 52°18, — 52., — 7

— — — — — — — — —

52°35, 53°2—53°43 (2), 53°4—53°23 (2), 54°4—54°10 (2), — 7

Übertrag 3; 22

							Übertrag	3;	22
—	—	—		—	54°30,	—	54°33,	2	—
54°15,	54°17—54°23 (2),			54°18,	—	54°32,	—	—	5
—	—	54°48,	—	—		—	—	1	—
54°36—55°9 (6),		—	54°55—54°57 (2),			54°56,	55°0,	—	10
—	—	—	—	—	55°22,	—	—	1	—
55°0—55°10 (2),		55°1,	55°1,	55°2,	—	55°25,	55°25,	—	7
—	—	—	—	56°10,	56°16,	—	—	2	—
55°50,	55°58—56°9 (2),		56°3,	—	—	56°38,	56°43,	—	6
—	—	—	—	—	57°34,	—	—	1	—
56°56,	56°58,	57°7,	57°28—57°31 (2),		—	57°54—58° (2),		—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58°3,	58°14,	58°20,	58°23,	58°31,	58°34,	58°48,	58°50,	—	8
59°9,	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	59°43,	59°53,	60°20—61°8 (2),		60°24,	60°32,	61°0,	—	7
61°0	—	61°10,	62°31,	—	62°38,	—	—	4	—
—	61°8,	—	—	62°37,	—	63°17,	63°18,	—	4
—	63°28,	—	—	64°3,	—	—	64°31,	3	—
63°25,	—	63°46,	64°3,	—	64°4,	64°25,	—	—	5
—	—	—	—	—		—	—	—	—
64°44,	65°9—66°25 (6),		65°10—65°35 (3),		65°10—66°28 (8),			—	18
—	—	—	—	66°33,	—	—	—	1	—
65°19,	65°19,	66°27—66°46 (2),		—	66°36,	66°35—66°49 (2),		—	7
66°45,	—	67°8,	—	67°24,	68°9,	—	—	1	—
—	66°46,	—	67°16,	—	—	68°18,	68°24,	—	4
—	—	70°2,	—	—	70°9,	70°19 (70°38?)		3	—
68°56—69°49 (3),		—	70°5—71°0 (6),		—	—		—	9
—	—	71°47,	—	72°28,	—	73°9, 73°11,	73°38,	5	—
70°36, 71°,	—	72°13,	—	72°33,	—	—	—	—	4
73°44—75°17 (2),		74°6,	—	76°36,	76°41,	—	—	5	—
—	—	—	74°41,	—	—	76°50—77°16 (2),		—	3
77°19,	—	—						1	—
—	81°15,	83°46.						—	2
							Gesamtsumme	34;	128
							Für sämtliche tetragonalen Krystalle	63;	256
							Gesamtsumme für die sämtlichen ideellen Krystalle	126;	675

Somit ist die Zahl der anorganischen ideellen Krystalle fast 6 mal so groß, wie die der organischen; berücksichtigt man noch, daß die Gesamtanzahl der untersuchten organischen Krystalle bei weitem diejenige der

anorganischen übertrifft, so kann man den sicheren Schluß ziehen, daß in dieser Hinsicht die ideellen Krystalle in der Mitte stehen zwischen den Krystallen der kubischen Syngonie und den übrigen.

Von Interesse ist noch die Verteilung dieser beiden Arten von Substanzen unter den hochnegativen und den hochpositiven Gliedern einerseits und den mittleren Gliedern anderseits. Aus dieser Tabelle ist nämlich zu ersehen, daß das allgemeine Verhältnis der Anzahl von Krystallen beider Art für diese Extremglieder sich mehr zugunsten der organischen Krystalle ändert, was wieder mit dem schon gemachten Schlusse über fast völlige Abwesenheit der organischen Krystalle unter denen der kubischen Syngonie übereinstimmt. Aus dem weiteren wird auch einigermaßen der theoretische Grund dieser unregelmäßigen Verteilung ersichtlich.

Jetzt wenden wir uns zu der relativen Verteilung der organischen und anorganischen Krystalle für die übrigen Syngoniearten. Da aber die Anzahl der Krystalle zu groß ist, so bedienen wir uns eines abgekürzten Weges. Der Einfachheit wegen werden wir als organische diejenigen Krystalle annehmen, welche in die erste Tabelle gesetzt wurden, und als anorganische diejenigen der zweiten Tabelle[1]. Alle Isomorphen werden dabei für eins gerechnet.

Die Krystalle des hypohexagonalen Typus.

1. Tabelle:	0—15	—20	—25	—30	—35	—40	—45	—50	—55	—60	—65	—70	—75	—80	—85	Σ
Rhombische	11	23	34	11	11	38	27	9	12	23	15	20	23	17	10	284
Monokline	8	17	39	31	35	62	36	33	36	34	45	39	39	28	14	496
Trikline	0	0	3	5	12	9	16	8	6	8	14	11	9	2	0	103
	19	40	76	47	58	109	79	50	54	65	74	70	71	47	24	883
2. Tabelle:																
Rhombische	6	8	12	10	12	32	23	9	12	30	19	17	13	7	9	219
Monokline	1	7	11	6	22	37	28	23	19	22	26	26	24	16	11	279
Trikline	0	2	2	4	8	11	6	10	14	10	6	7	6	4	0	90
	7	17	25	20	42	80	57	42	45	62	51	50	43	27	20	588

Die Krystalle des kubischen Typus.

Hexagonaloide (trigonaloide).

Hexaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	45 — 50	— 53	— 57	— 60	— 64	Σ
Monokline	35	13	6	13	31	98
Trikline	6	4	0	1	9	20
	41	17	6	14	40	118

1) Wie a. a. O. (diese Zeitschr. **50**, 575) angegeben wurde, sind diejenigen Krystalle in die erste Tabelle bezogen, welche, auf Platinblechen bis zur Rotglut erhitzt, keinen Rückstand hinterlassen. Natürlich erscheinen dabei Ausnahmen, wie Ammoniak-, Quecksilbersalze u. dgl.

2. Tabelle	45—50	50—53	53—57	57—60	60—64	Σ
Monokline	12	10	3	6	28	59
Trikline	10	3	2	1	7	23
	22	13	5	7	35	82

Oktaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	27—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—53	53—57	57—60	60—64	Σ
Monokline	4	5	3	14	10	16	8	10	15	85
Trikline	0	0	2	6	4	4	1	1	6	24
	4	5	5	20	14	20	9	11	21	109
2. Tabelle.										
Monokline	0	3	5	13	16	6	9	4	15	71
Trikline	0	2	8	4	9	2	5	2	11	43
	0	5	13	17	25	8	14	6	26	114

Dodekaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	45—50	50—53	53—57	57—60	60—65	65—70	70—76	Σ
Monokline	57	11	7	11	19	16	3	124
Trikline	9	3	2	0	3	1	3	21
	66	14	9	11	22	17	6	145
2. Tabelle.								
Monokline	27	8	14	5	16	18	4	92
Trikline	7	9	2	2	4	1	1	26
	34	17	16	7	20	19	5	118

Für sämtliche Trigonaloide.

1. Tabelle	27—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—53	53—57	57—60	60—65	65—70	70—76	Σ
Monokline	4	5	3	14	102	40	21	34	65	16	3	307
Trikline	0	0	2	6	19	11	3	2	18	1	3	65
	4	5	5	20	121	51	24	36	83	17	6	372
2. Tabelle.												
Monoklinc	0	3	5	13	55	24	26	15	59	18	4	222
Trikline	0	2	8	4	26	14	9	5	22	1	1	92
	0	5	13	17	81	38	35	20	81	19	5	314

Tetragonaloide.

Hexaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	0—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	Σ
Rhombische	1	5	8	5	12	15	25	15	11	10	8	7	12	1	135
Monokline	2	4	9	9	13	32	13	18	26	25	23	21	16	5	216
Trikline	1	1	0	1	4	1	5	1	1	13	9	6	3	1	47
	4	10	17	15	29	48	43	34	38	48	40	34	31	7	398
2. Tabelle.															
Rhombische	0	1	6	4	13	6	9	14	5	15	12	10	9	2	106
Monokline	2	1	1	2	14	8	21	7	11	22	14	16	7	6	132
Trikline	0	0	1	1	3	7	7	4	0	8	6	4	4	0	45
	2	2	8	7	30	21	37	25	16	45	32	30	20	8	283

Oktaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	0 — 20	— 25	— 30	— 35	— 40	— 45	— 50	— 55	— 60	Σ
Rhombische	2	5	20	21	36	57	47	35	35	258
Monokline	0	5	17	26	46	55	56	18	22	245
Trikline	0	1	0	1	4	6	7	1	0	20
	2	11	37	48	86	118	110	54	57	523
2. Tabelle.										
Rhombische	1	4	5	21	20	25	27	26	30	159
Monokline	0	2	6	11	20	21	35	13	19	127
Trikline	0	0	0	3	4	9	8	6	2	32
	1	6	11	35	44	55	70	45	51	318

Dodekaëdrische Hauptstrukturart.

1. Tabelle	50 — 55	— 60	— 65	— 70	— 75	— 80	— 85	Σ
Rhombische	58	40	59	51	39	22	6	275
Monokline	28	45	67	51	49	20	4	264
Trikline	1	4	4	12	5	2	0	28
	87	89	130	114	93	44	10	567
2. Tabelle.								
Rhombische	39	33	36	35	30	13	5	191
Monokline	25	26	33	46	24	15	2	171
[illegible]kline	2	7	5	10	3	3	0	30
	66	66	74	91	57	31	7	392

Für sämtliche Tetragonaloide.

[illegible]Tabelle	0—20	[illegible]	—30	—35	—40	—45	—50	—55	—60	—65	—70	—75	—80	—85	Σ
[illegible]ombische	3	[illegible]	28	26	48	72	72	108	86	69	59	46	34	7	668
[illegible]onokline	2	[illegible]	26	35	59	87	69	64	93	92	74	70	36	9	725
[illegible]rikline	1	[illegible]	0	2	8	7	12	3	5	17	14	11	5	1	88
	6	[illegible]	54	63	115	166	153	175	184	178	149	127	75	17	1481
[illegible]. Tabelle.															
Rhombische	1	[illegible]	11	25	33	31	36	79	68	51	47	40	22	7	456
Monokline	2	[illegible]	7	13	34	29	56	45	56	55	60	40	22	8	430
[illegible]kline	0	[illegible]	1	4	7	16	15	12	9	13	16	7	7	0	107
	3	[illegible]	19	42	74	76	107	136	133	119	123	87	51	15	993

Für sämtliche rhombischen, monoklinen, triklinen Krystalle.

1. Tabelle	952	1528	256	2736
2. »	675	931	289	1895
Gesamtsumme	1627	2459	545	4631

Das erste, was man aus dieser Zusammenstellung ersieht, ist das hervorragende Überwiegen in den Zahlen der 1. Tabelle, was gerade den Gegensatz zu den ideellen Krystallen bildet, und woraus man schließen darf, daß wirklich die einfacheren Verbindungen sich vorzüglich unter den Substanzen der 2. Tabelle befinden.

Wenn aber somit die Einfachheit der chemischen Zusammensetzung sich so scharf mit der Symmetriegröße verbunden erweist, so ist zu ver-

muten, daß gerade die triklinen Krystalle diejenigen von kompliziertester Zusammensetzung sind. Dem ist aber noch die oben gemachte Bemerkung beizufügen, daß eine und dieselbe Verbindung sehr oft in den verschiedenen Modifikationen auftritt und daß diese Modifikationen am häufigsten von verschiedenen Syngoniearten und noch häufiger von verschiedener Symmetriegröße sind. Diese Modifikationen entsprechen verschiedenen möglichen Lagen des Gleichgewichtes der chemischen Molekeln, von denen entweder eine die stabile ist, während andere labil in verschiedenen Graden sind, oder verschiedene stabil sind, etwa bei verschiedenen Temperaturen.

Leider ist es zur Zeit noch nicht möglich, für die meisten Krystalle die Symmetrieart, folglich die Symmetriegröße, anzugeben und wir sind für den allgemeinen Fall gezwungen mit der Syngonieart uns zu begnügen.

Wäre dies aber nicht der Fall gewesen, und hätten wir für jede Verbindung die genaue Zahl für die Symmetriegröße gehabt, so würde doch natürlich diese Zahl noch nicht der genaue Ausdruck des Grades der Komplikation der Zusammensetzung sein können, da es ganz undenkbar ist, diese Komplikation bzw. Verbindungsfähigkeit durch ganze Zahlen auszudrücken: diese Eigenschaft äußert sich durch sehr viele Nuancen und kann nur als etwas ununterbrochenes gedacht werden.

Somit kann man sagen, daß, wenn überhaupt die Symmetriegröße des Krystalles und der Grad der Komplikation des chemischen Verbandes in ursächlicher Beziehung stehen, doch keinesfalls diese Zahl der genaue Ausdruck des Grades ist, sondern nur als annähernd dazu dient, und dann kommt die größte Rolle natürlich der stabilen Modifikation zu.

Wenn aber wirklich ein innerer Verband zwischen Symmetriegröße und dem Komplikationsgrade der chemischen Verbindung existiert, so ist zu erwarten, daß, wenn einerseits die Krystalle der kubischen Syngonie den einfachsten chemischen Verbindungen entsprechen, die triklinen Krystalle den zusammengesetzten Verbindungen entsprechen.

Da die Anzahl der letzteren nicht zu groß ist, so konnte ich dieselben sämtlich aus der allgemeinen Tabelle entnehmen und daraus eine spezielle Tabelle abfassen.

Meiner Meinung nach entspricht diese Zusammenstellung einigermaßen dieser Erwartung, aber nicht ohne auffallende Ausnahmen.

Besonders habe ich einige Dutzende solcher Verbindungen zusammengestellt, welche, meiner Auffassung nach, zu den einfachsten gerechnet werden dürften.

Am ersten Platze steht die zweiatomige (?) Verbindung *CuO*, vertreten im Minerale Tenorit, mit dem Komplexsymbol $\underset{2}{\overset{4\,o;}{51.}}\ \overset{+\frac{1}{2}}{;}\ \overset{0}{?}.$

Nun ersieht man aus diesem Symbol, daß der Komplex nicht nur echt pseudomonoklin, sondern sogar pseudorhombisch ist, obgleich die Symmetriegröße trotzdem sehr gering angenommen werden muß (und zwar gleich 2); aber in meinen früheren Aufsätzen ist eine Anzahl Beispiele angegeben, in welchen die Komplexe derselben oder sehr nahe verwandter Verbindungen nicht selten durch Komplexsymbole zum Ausdruck kommen, welche durch sehr nahe stehende Zahlen vertreten sind, aber zu verschiedenen Syngoniearten gerechnet werden müssen.

Außerdem erscheint dieselbe(?) Verbindung in der Form des Minerales Paramelaconit, welchem das Komplexsymbol $\overset{4\,d}{58^{0}50'}$ zukommt, die also echt tetragonal ist.

An der zweiten Stelle ist die dreiatomige(?) Verbindung Phosphordijodid PJ_2 anzuführen, welcher das Komplexsymbol $\begin{array}{lll} 4\,o; & +7. & 6 \\ 33 & ; & +85 \\ 3. & & \end{array}$ zukommt. Der Komplex ist typisch triklin und kann keineswegs als pseudosyngonisch bezeichnet werden. Die krystallographische Bestimmung von Nordenskiöld ist von Herrn Goßner[1]) einer Verifikation unterzogen, sodaß an dem Symbolkomplex kein Zweifel bestehen kann.

Ob aber den Krystallen desselben eine viel kompliziertere chemische Formel zukommen muß, bleibt zur Zeit unentschieden.

Weiter sind, der Einfachheit des chemischen Bestandes wegen, noch folgende Verbindungen anzuführen:

	M. d. Kompl.-Symb.:
Sassolin $B(OH)_3$	$\begin{array}{lll} 6;\,14 & & 2. \\ 49. & ; & +80 \\ -1 & & \end{array}$
Cäsiumpentajodid $CsJ.J_4$	$\begin{array}{lll} 4\,o; & +6 & 0 \\ 43 & ; & ? \\ 0 & & \end{array}$
Diese Verbindung ist aber echt pseudomonoklin.	
Zirkonfluorid $ZrF_4.3H_2O$	$\begin{array}{lll} 3\,d; & +7. & 6. \\ 50 & ; & +50 \\ -6. & & \end{array}$
Cer-(Lanthan-)trichlorid $Ce(La)Cl_3.6H_2O$	$\begin{array}{lll} 3\,h; & -12 & 2. \\ 63. & ; & +85 \\ +1. & & \end{array}$
Rhodonit $SiMnO_3$	$\begin{array}{lll} 3\,h; & -14 & 5 \\ 63 & ; & -80 \\ +\frac{1}{2} & & \end{array}$
Auch die von Hrn. Hlawatsch[2]) beschriebene »Rhodonitähnliche Schlacke« $SiO_3(Mg, Fe, Mn)$[3]) . . .	$\begin{array}{lll} 6; & -14. & 4. \\ 68 & ; & +20 \\ -2 & & \end{array}$

1) v. Groth's Chem. Kryst. **1**, 223. 2) Diese Zeitschr. **42**, 591.

3) Triklin krystallisiert auch der analog zusammengesetzte Inesit $SiO_3(Mn, Ca).\frac{1}{2}H_2O$ und Babingtonit, welcher ohne Krystallisationswasser erscheint, in welchem aber eine sehr reiche Vertretung isomorpher Elemente vorhanden ist.

M. d. Kompl.-Symb.:

Gruppe des Kupfervitriols $SO_4Cu.5H_2O$ . . . . . . 6; —12 4 / 62 ; —85 / —6.

Nitrosorutheniumchlorür $Ru(NO)Cl_2.5H_2O$ . . . . . 4 o; —13 3. / 35 ; +15 / —5

Kaliumtetrachlorodioxyosmiat $OsCl_4\,O_2K_2.2H_2O$ . . . 6; $\frac{1}{2}$ 0 / 66. ; ? / —1

Diese Verbindung ist aber nicht nur als pseudomonoklin, sondern sogar fast als pseudohexagonal zu betrachten.

Kaliumtrichloromanganoat $MnCl_3K.2H_2O$ . . . . . 3 d; —8. 5 / 61 ; +60 / +5.

Baryumtetrachloro(bromo)cadmiat $CdCl(Br)_4Ba.4H_2O$ . . 4 h; —16 2. / 45. ; —70 / —5.

Rubidium(Thallium)hexacyanoferroat $Fe(CN)_6Rb(Tl)_4.H_2O$ 4 h; 3. 1. / 77. ; ? / —3.

Calciumstrontiumhexacyanoferroat $Fe(CN)_6CaSr.10H_2O$. 4 h; —7 5. / 75. ; +45 / —6

Baryumaluminat $AlO_2BaOH.2H_2O$ . . . . 6; —11 6 / 50 ; —20 / +5

Natriumtetracyanoplatinat $Pt(CN)_4Na_2.3H_2O$ . . . . 6; +5. 1. / 43. ; ? / —$\frac{1}{2}$

Überhaupt trifft man nur sehr selten triklin krystallisierende Salze der anorganischen Säuren von einfacher Zusammsetzung, z. B. Monetit $PO_4Ca(Sr)H$. Solche einfache Salze, wie $Cr_2O_7Ag_2$, $(SO_4)_3Ce_2.8H_2O$, $W_4O_{13}Ce.10H_2O$ zeichnen sich schon nicht durch besonders einfache Zusammensetzung aus, und solche Salze wie Tarbuttit $P_2O_8Zn_3.Zn(OH)_2$ sind sogar nicht zu den einfachen zu rechnen. Auffallend aber ist, daß besonders oft die einfachen (auch Doppel-) Salze der Säuren mit dem Anion (S_2O_6), (S_2O_3), (JO_3), teilweise (NO_3) unter den triklinen erscheinen.

M. d. Kompl.-Symb.:

Hierzu gehören Cupridithionat $S_2O_6Cu.5$ aq . . . . . 3 o; —5 6. / 37 ; +30 / +5

Cerdithionat $(S_2O_6)Ce_2.15$ aq . . . . 3 o; +5 3 / 38 ; +20 / +2

(Trotz großer Verschiedenheit in der Formel sieht man große krystallographische Annäherung.)

	M. d. Kompl.-Symb.:
Isomorphe Gruppe der Dithionate von *Mg*, *Mn*, *Ni*, *Zn* und der Zusammensetzung $S_2O_6X.6H_2O$	3 o; —3 1. 48. ; ? +2
Ferrodithionat $S_2O_6Fe.7H_2O$	3 o; —11. 3. 61 ; +20 —1.
Kobaltodithionat $S_2O_6Co.8H_2O$	4 o; —12 $\frac{1}{2}$ 43 ? $\frac{1}{2}$
Cadmiumdithionat $S_2O_6Cd.6H_2O$	6; —17. 6. 47 ; +60 +5
Kobaltthiosulfat $S_2O_3Co.6H_2O$	4 h; +7 2 48 ; +50 —5
Calciumthiosulfat $S_2O_3Ca.6H_2O$	4 h; +17. 8. 68 ; 90 6
Tribaryumcadmiumthiosulfat $(S_2O_3)_4CdBr_3.8H_2O$	4 h; +11 5 65 ; —85 1.
Ferrothiosulfat $S_2O_3Fe.5H_2O$	4 h; —7. 6. 50 ; —50 4
Dibaryumcadmiumthiosulfat $(S_2O_3)CdBa_2.8H_2O$	6; —10. 6 53. ; +30 —6.
Cuprijodat $(JO_3)_2Cu.H_2O$	3 o; —2 4. 48. ; —25 +3.
Kaliumtrijodat $JO_3K.2JO_3H$	3 d; +14 8. 56. ; —55 +3.
Strontiumjodat $(JO_3)_2Sr$	6; —6. 1 64. ; ? —2
Cer(Lanthan)nitrat $(NO_3)_3Ce(La).6H_2O$	4 h; +16 10. 44. ; —5 —1
Uranylnitrat $(NO_3)_2(UO_2).3H_2O$	4 h; —8 7 42. ; +40 6.
Didymnitrat $(NO_3)_3(Nd, Pr).6H_2O$	6; ±1 1 22. ; ? +8

	M. d. Kompl.-Symb.:
Wismutnitrat $(NO_3)_3 Bi . 9 H_2O$	$\begin{array}{l} 6;+10 \quad 11. \\ 59. \quad ; +35 \\ +7. \end{array}$
Trimanganotetraborat $B_4O_9Mn_3$ [1])	$\begin{array}{l} 3d;+1. \quad 2. \\ 50 \quad ; -40 \\ -4. \end{array}$

Vielleicht sind hierzu auch die oben erwähnten einfachen Salze mit dem Anion (SiO_3) anzureihen.

Von den übrigen einfachen Salzen sind noch Wolframate und Vanadate zu erwähnen, deren Formel aber von selbst ziemlich kompliziert zum Ausdruck kommt.

Hierzu sind z. B. die Salze . . . $W_7O_{24}Na_6 . 21 H_2O \begin{pmatrix} 4h; -6. \quad 2 \\ 46 \quad ; 90 \\ -2. \end{pmatrix}$,

$(W_4O_{13})_3 La(Ce)_2 . 30 H_2O \begin{pmatrix} 4o; -8 \quad 2. \\ 38. \quad ; 90 \\ 0 \end{pmatrix}$, $W_4O_{13}Ce . 10 H_2O \begin{pmatrix} 4d; -2. \quad 1 \\ 61 \quad ; ? \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$,

$W_5O_{17}(NH_4)_4 . 5 H_2O \begin{pmatrix} 6; 7 \quad 5 \\ 56. \quad ; -10 \\ +0 \end{pmatrix}$, $WO_2F_4Zn . 10 H_2O \begin{pmatrix} 6; +10. \quad 3 \\ 57 \quad ; +10 \\ +3. \end{pmatrix}$,

$(W_{12}O_{41})K_{30}Na_{80} \begin{pmatrix} 6; -6 \quad 6. \\ 66 \quad ; -30 \\ -6. \end{pmatrix}$, $W_{12}O_{41}Na_{10} . 21 H_2O \begin{pmatrix} 4d; 7 \quad 4 \\ 62 \quad ; -75 \\ 4 \end{pmatrix}$,

$V_5O_{14}RK . 8 H_2O$ (wo $R = Mn, Co, Zn$) $\begin{pmatrix} 3o; +13. \quad 8 \\ 47 \quad ; -40 \\ +3 \end{pmatrix}$,

$V_{10}O_{28}Ba_3 . 19 H_2O \begin{pmatrix} 3o; -8. \quad 7 \\ 48. \quad ; +5 \\ -1 \end{pmatrix}$, $V_{10}O_{28}Mg_3 . 28 H_2O \left(\begin{array}{l} 3o; +3 \quad 7. \\ 54 \quad ; +40 \\ -5. \end{array} \right.$ und

die andere Modifikation durch $\begin{array}{l} 4d; 11 \quad 8 \\ 75 \quad ; -60 \\ 4 \end{array}$ zum Ausdruck kommt$\Big)$,

$V_9O_{24}CuK . 17 H_2O \begin{pmatrix} 3o; -9. \quad 3. \\ 60 \quad ; +35 \\ -1 \end{pmatrix}$, $V_6O_{17}Mg_2 . 9\frac{1}{2} H_2O \begin{pmatrix} 3d; -15 \quad 3 \\ 49 \quad ; -30 \\ +\frac{1}{2} \end{pmatrix}$,

$V_4O_{11}K(NH_4)_2 . 4 H_2O \begin{pmatrix} 4o; +1. \quad 1. \\ 52 \quad ; -30 \\ 1. \end{pmatrix}$, $V_6O_{17}Na_4 . 16 H_2O \begin{pmatrix} 4o; +9. \quad 5 \\ 51. \quad ; -50 \\ 1 \end{pmatrix}$,

$V_{10}O_{28}Gd_2 . 26 H_2O \begin{pmatrix} 4d; -10 \quad 1. \\ 66 \quad ; -45 \\ -2. \end{pmatrix}$ beizureihen.

Besonders reich sind aber die triklinen Salze in der Reihe der Silicomolybdate bzw. -wolframate, auch der Phosphor- bzw. Arsenmolybdate und

---

1) Wahrscheinlich krystallographisch nahe ist auch das Mg-Salz.

-wolframate vertreten, aber ihre chemischen Formeln sind sämtlich sehr kompliziert und enthalten manchmal nicht nur Dutzende, sondern sogar Hunderte von Atomen, sodaß deren Zugehörigkeit zur triklinen Syngonie nur als das beste Zeugnis dafür gelten kann, daß solche Krystalle den kompliziertesten Verbindungen entsprechen. Solcher Verbindungen (dabei isomorphe für eine genommen) umfaßt meine Liste 40.

Die übrigen in meiner Liste der triklinen Krystalle aufgezeichneten Substanzen sind von sehr komplizierter Zusammensetzung, wenn auch vielleicht von nicht so ausschließlich komplizierter, wie dies für die eben erwähnte Gruppe der Fall ist.

Bei solcher Sachlage kann man den Schluß ziehen, daß in der triklinen Syngonie vorwiegend die Substanzen krystallisieren, deren Molekel durch sehr komplizierte Zusammensetzung sich auszeichnet. Die oben angeführten Substanzen mit (scheinbar?) einfacher Zusammensetzung erscheinen fast als Ausnahmefälle.

Wenn aber die einfachsten Substanzen einerseits überwiegend in Krystallen auftreten, welchen die größte, und die kompliziertesten anderseits in Krystallen auftreten, welchen die geringste Symmetriegröße zukommt, so ist kaum möglich von dem Schlusse abzusehen, nach welchen zwischen diesen beiden Faktoren ein inniger Zusammenhang besteht.

Jetzt versuchen wir den naturellen Sinn der gemachten Schlußfolgerung zu erhellen.

Nicht nur die Atome und Atomgruppen, welche wir als Radikale bezeichnen, haben eine gewisse Tendenz, sich miteinander zu verbinden; diese Tendenz ist auch in gewissem Grade den sogenannten chemischen Molekeln eigen, was sich besonders durch die sogenannten molekularen und besonders durch die Komplexverbindungen kundgibt. Um eine Verbindung von einfacherer Zusammensetzung darzustellen, müssen wir aufs sorgfältigste alle beizumischenden Molekeln anderer Art beseitigen.

Nun sehen wir jetzt, daß im Resultate dieser Beseitigung die Substanzen erscheinen, welche sich durch höhere Symmetriegröße auszeichnen, und je einfacher die Verbindung zustande kommt, um so höher ist die Symmetriegröße der Krystallmolekel.

Der somit eröffnete innere Sinn der gemachten krystallographischen Erfahrung ist, daß, wenn eine Molekel von solchem Grade der Einfachheit entsteht, daß sie sehr scharf die Tendenz zeigt, sich mit anderen Molekeln zu verbinden, und dabei in ihrem Berührungsgebiet keine solche findet, so verbindet sie sich mit ihresgleichen und als Resultat entsteht die Krystallmolekel von höherer Symmetriegröße.

Von diesem Standpunkte aus kann keine krystallisierte Substanz aus einem reinen chemischen Elemente (von denjenigen der Nullgruppe abgesehen, obgleich es auch für diese statthaben kann) symmetrielos (bzw.

Symmetriegröße gleich der Einheit) sein. Wie zu erwarten, sind diese Substanzen fast sämtlich Krystalle von höheren Symmetriearten, wobei die Symmetriearten der kubischen Syngonie ganz besonders vertreten sind; aber diejenigen der triklinen Syngonie wurden bis jetzt nicht aufgefunden. Wahrscheinlich ist dies sogar unmöglich, da der pinakoïdalen Symmetrieart mit der Größe 2 eine Molekel mit zwei symmetrischen Atomen entspricht; wie aber a. a. O. dargetan wurde[1]), ist zu erwarten, daß bei jedem Vorgang Atome und Verbindungen beiderlei Art entstehen, sodaß die Fixierung der rechten und linken Molekeln erst beginnt, wenn die Verteilung der schon chemisch gebundenen Radikale dies verursacht; die einfache Verbindung von zwei zueinander symmetrischen Atomen ist aber nicht hinreichend, solche Fixierung zu verursachen.

Ich muß bekennen, daß, wenn einerseits die Auffassung, zu welcher die vorige Besprechung geführt hat, mit den jetzigen chemischen Ansichten in keinem Widerspruch steht, dieselbe aber nicht mit den jetzigen Vorstellungen der Elektronentheorie harmoniert. Z. B. besteht nach der Vorstellung von Lord Kelvin der Vorgang der chemischen Verbindung darin, daß von zwei nicht gleichgroßen Atomen ein Elektron (bzw. Elektrion nach seiner Ausdrucksweise) aus dem größeren in das kleinere übergeht und dann ein elektrisches Potential entsteht, welches als Resultat die chemische Verbindung beider verursacht.

Der Fall von zwei identischen Atomen bzw. Radikalen schließt solchen Vorgang ganz aus, und man hätte denken können, daß zwei solche Atome nur eine gegenseitige Wirkung ausüben können, diejenige der Abstoßung.

Aber Lord Kelvin bekennt selbst, daß aus den vorhandenen Vorstellungen keineswegs die Gravitationskraft ableitbar ist, und doch ist dies eine unverkennbare Tatsache.

Es scheint mir ganz klar, daß etwas in den jetzigen Vorstellungen modifiziert bzw. vervollständigt werden muß[2]).

---

1) Diese Zeitschr. **52**, 28.

2) Mir kommt manchmal die Hypothese in den Sinn, daß die Gravitationskraft nur eine Folge des allgemeinen Gesetzes der Entropie ist, indem jede Erscheinung in jedem Atome mit Abnahme der Energie durch Wärmestrahlung nach außen verbunden ist. Wenn zwei Körper von gleicher Temperatur etwas angenähert sind, so verlieren beide, und zwar nach allen Seiten, die Wärme durch diese Strahlung, und nur in der Schattenregion beider findet dieser Verlust nicht statt; dadurch entsteht für die beiden Körper eine resultierende Kraft, welche sie einander zu nähern bestrebt ist. Von diesem Standpunkte aus sind diejenigen Atome die schwersten, welchen die größte Entropie zukommt. Gibt es wirklich Äther, so äußern seine Atome keine Entropie.

Falls diese Erwägung einen reellen Grund hat, muß ein neuer Newton die Aufgabe, die Entropiegröße der Erde zu messen, lösen und diese Größe mit deren Anziehungsgröße vergleichen; nur dann kann diese Hypothese zu einer begründeten Theorie werden.

Möglicherweise sind die eben erwähnten Verbindungen von ganz anderer Art, als die echt chemischen; jedenfalls sind dieselben so schwach, daß sie sich durch jedes geeignete Lösungsmittel zerstören lassen: der Verband der Molekel ist also schwächer, als der mit den Teilchen jeder lösenden Flüssigkeit.

Werfen wir noch einen Blick auf die angeführten Tabellen, so ersehen wir, daß, wenn überhaupt die Zahlen der 1. Tabelle größer sind als diejenigen der II. Tabelle, dies aber nicht für die triklinen Krystalle gilt, und zwar ist dies so scharf ausgedrückt, daß sogar die Gesamtsumme der triklinen Krystalle der 1. Tabelle kleiner ist als diejenige der 2. Tabelle (nur für die hypohexagonalen Krystalle ersehen wir eine Ausnahme). Von dem hier vertretenen Standpunkte aus hätte man sagen können, daß bis jetzt die krystallographisch untersuchten Substanzen in ihrem organischen Teile viel schwächer durch die kompliziertesten Verbindungen vertreten sind, als dies für die anorganischen der Fall ist. Vielleicht wird dieses Verhältnis sich in nächster Zeit ändern, indem von Jahr zu Jahr immer kompliziertere organische Verbindungen dargestellt werden.

Bei der jetzigen Sachlage sind also unter den anorganischen krystallisierten Substanzen diejenigen von einfachster ebenso wie diejenigen von kompliziertester Zusammensetzung mehr vertreten, als dies für die organischen der Fall ist.

Natürlich aber sind die einfachsten Verbindungen durch die ideellen Krystalle nicht so scharf abgegrenzt, und da wir Hinweise dafür haben, daß in den Grenzen beider die pseudosyngonischen Krystalle vertreten sind, so ist auch in der 2. Tabelle die größere Vertretung der letzteren zu erwarten.

Zu diesem Zwecke habe ich Tabellen abgefaßt, in welchen die in der allgemeinen Tabelle stehenden Krystalle nach der Größe der unteren Zahl des Komplexsymbols verteilt sind, da wir gerade unter der Bedingung der Gleichheit dieser Zahl mit 0 bzw. $\frac{1}{2}$ solche pseudosyngonische Substanzen erhalten.

Nun ergab sich dabei das Folgende: (Siehe Tab. auf S. 358).

Summiert man die Zahl für $-\frac{1}{2}$, 0 und $+\frac{1}{2}$, so erhält man

für die hypohexagonalen $\frac{93}{93} = 1{,}00$, während $\frac{883}{588} = 1{,}50$,
» » trigonaloiden $\frac{74}{63} = 1{,}18$, und auch $\frac{372}{314} = 1{,}18$,
» » tetragonaloiden $\frac{251}{193} = 1{,}35$, während $\frac{1488}{993} = 1{,}50$.

Also wirklich ist die relative Anzahl der pseudosyngonischen Substanzen für die II. Tabelle erhöht mit Ausnahme der Trigonaloïden; aber gerade diese sind nur durch monokline und trikline Substanzen vertreten und folglich muß ihr chemischer Bestand etwas komplizierter sein.

Für die Krystalle des hypohexagonalen Typus.

untere Zahl	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	−½	0	½	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
1. Tabelle	36	64	74	77	54	61	59	24		41	28	66	44	43	48	54	54	24	32	883
2. »	13	33	53	42	37	49	50	24		46	23	36	46	29	25	28	24	12	18	588
	49	97	127	119	91	110	109	48		87	51	102	90	72	73	82	78	36	50	1471

Für die trigonaloiden.

untere Zahl	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	−½	0	½	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
1. Tabelle	12	9	21	27	28	32	50	20		28	26	42	23	22	16	11	3	2	0	372
2. »	11	9	10	22	19	35	40	11		25	27	28	23	23	12	11	3	2	3	314
	23	18	31	49	47	67	90	31		53	53	70	46	45	28	22	6	4	3	686

Für die tetragonaloiden.

untere Zahl	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	−½	±0	½	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
1. Tabelle	24	55	64	79	76	98	110	45		107	99	168	117	137	100	114	56	37	2	1488
2. »	6	32	39	51	57	58	74	34		89	70	108	108	88	71	54	34	20	0	993
	30	87	103	130	133	156	184	79		196	169	276	225	225	171	168	90	57	2	2481

Übrigens ist diese Relation am schärfsten für die Krystalle des hypohexagonalen Typus ausgedrückt.

Zur chemischen Charakteristik der hochnegativen und hochpositiven Krystalle.

Der oben gemachten Schlußfolgerung zufolge (nach welcher sogar die Atome bzw. Radikale keineswegs formbeständig sind) hätte man keine Hoffnung zu hegen, durch einfache Übersicht der krystallochemischen Tabellen irgendwelche Relationen allgemeinerer Art aufzufinden zwischen dem chemischen Bestand und der Hauptzahl des Komplexsymbols.

Trotzdem habe ich eine solche Relation für die extrem negativen Komplexe bemerkt, und zwar die vorzügliche Vertretung zyklischer Verbindungen unter denselben.

Für die Untersuchungen dieser Art sind die ideellen Krystalle wenig geeignet, da in denselben solche Komplexe so gut wie gar nicht vertreten sind. Aus den Krystallen des kubischen

Typus sind hierzu bekannterweise die des dodekaëdrischen aus demselben Grunde ungeeignet.

Nun wenden wir uns zu den extremnegativen Gliedern der hexaëdrischen Hauptstrukturart.

Ich lasse die extremnegativen Glieder der Tabelle der hexaëdrischen Hauptstrukturart der tetragonaloiden Krystalle der Reihe nach folgen; dabei werden die zyklischen mit + und die nicht zyklischen mit — bezeichnet.

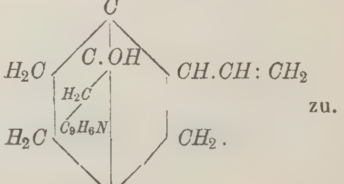
+	Dichlornitrobenzol $C_6H_3Cl_2(NO_2)$ (1,2 3)	4 h 11 1
+	Kaliumresorcinsulfonat $C_6H_3(OH)_2SO_3K.2H_2O$	4 h; 2. 15 — 5
—	Dibromlävulinsäure $CH_3CO.CBr_2.CH_2CO_2H$	4 h; 1· 15 2
+	1,5-Diphenyl-β-methylpyrazolin (Ring: $N.C_6H_5$ — N — $C<^{C_6H_5}_{H}$ — CH_3C — CH_2)	4 h; 4 2 15; ? — 4
+	α-Thallopikrat $C_6H_2(NO_2)_3OFl$	4 h; 6 16 — 5·
+	iα-Benzylpiperidinbromcamphersulfonat $C_6H_5CH_2.C_5H_{10}N.HO.SO_2C_{10}H_{14}Br$	4 h; — 12· 16· 3
+	m-Dinitrobenzol $C_6H_4(NO_2)_2$ (1,3)	4 h 20 1
+	Trinitrodimethylanilin $C_6H_2(NO_2)_3N(CH_3)_2$ (3,4,6 1)	4 h; 7· 1 20· ; ? — 4
+	Nitrodibrombenzol $C_6H_3NO_2Br_2$ (1 2,3)	4 h; 1 — 6 21· 1
+	4-4′-Dichlordiphenylmethan (zwei Benzolringe, verbunden durch CH_2, je mit Cl)	4 h; 1· 21· 2·
+	Pentabromphenol $C_6B_3—(OH)$	4 h; 7 22 — 6
+	Tribromanilin $C_6H_2Br_3NH_2$ (1,2,3 6)	4 h 22· 2·

	Substanz	Formel	
—	Chalkostibit (Emplektit)	$Gb(Bi)S_2Cu$	4 h 23 (?) 4
?	Chinindisulfat (Seleniat)	$C_{20}H_{24}N_2O_2H.G(Se)O_4.7\,H_2O$	4 h 23 · · 12
+	Mesitylphenylketon	CH_3 ⬡ CH_3 · CO · ⬡	4 h 24 — 7 ·
—	Miargyrit	$SbS_2.Ag$	4 h; 1 · 24 — 4 ·
+	Dimethyl(2,3)phenyl(1)-pyrrodiazolon	$C_6H_5 < {N(CH_3).C(CH_3) \atop CO - \ddot{C}N}$	4 h 24 4
+	Feroxydiisonitrosobuttersäure	$CH_3C —— C.CO_2H$ $\ddot{N}.O.O.\ddot{N}$	4 h; — 3 · 24 · 4
+	p-Dibromcuminsäure	$\overset{4}{C_6H_2}.\overset{2,5}{C_3H_7}.\overset{1}{Br_2CO_2H}$	4 h: + 6 · 25 6 ·
+	Phenylenmalin	$C_6H_5C < {CH.CH \atop O.CO} > CH$	4 h 25 7
+	Diphenylbenzamid	$C_6H_4C < {O \atop N(C_6H_5)_2}$	4 h 25 · 1 .
?	Papaverinmethyljodid	$C_{21}H_{21}NO_4.CHJ.7\frac{1}{2}\,H_2O$	4 h: 1 25 · 2 ·
+	Chloralide	$CX_3CH < {O \atop CO.O} > \left\{ {CH.C \atop \text{bzw. }?} \right.$ ($X = Cl, Cl, Br,$ bzw. $? = Cl, Br, Br$)	4 h; + 5 25 · 5
—	Kaliumruthenat	$RuO_4K_2.H_2O$	4 h 25 · 6 ·

Zum Vergleiche führe ich auch die extrempositiven Glieder derselben Tabelle an:

	Substanz	Formel	
+	Cinchoninsulfat (Seleniat)	$(C_{19}H_{22}NO)_2.S(Se)O_4H_2.C_2H_6$ [1]	4 h; + 0 86 3

---

[1] Man schreibt dem Cinchonin die Struktur  zu.

—	Gerhardtit $NO_3Cu(OH).Ca(OH)_2$	4 h 86 2 ·
+	β-Zimmtsäure $\left.\begin{matrix} H.C.C_6H_5 \\ H\ C\ CO_2H \end{matrix}\right\}$ [1]	4 h; + ½ 85 0
?	Tetramethylbrazilin $C_{16}H_{10}O_5(CH_3)_4$	4 h; — ½ · 85 1 ·
?	Diäthylamarin $C_{21}H_{16}(C_2H_5)_2N_2$	4 h; 9 3 82 · ; +10 5 ·
—	Bleioxyd PbO	4 h 82 — 1
?	Strychninselenat $C_{21}H_{22}N_2O_2SeO_4H_2.5H_2O$	4 h; — 7 81 · 1
—	Pektolith $Si_3O_9Ca_2NaH$	4 h; — 5 · 81 ½
?	Derivat $C_{10}Cl_{10}N_2O$ aus Pyrokoll	4 h 80 · 4
—	Thomsenolith $AlF_6CaNa.H_2O$	4 h; — 3 80 · — 0

Leider sind von dieser Seite sehr viele Verbindungen von unbekannten stereochemischen Verhältnissen eingeschlichen. Übrigens sind natürlich die zyklischen Verbindungen überall vertreten, aber in keinem Teile der Tabellen in so ausgezeichneter Majorität wie hier. Außer Dibromlävulinsäure ist eigentlich keine sehr nahe zueinander stehende nicht zyklische Gruppe vertreten. Ich bezeichne dieselbe als unzyklische, da bis jetzt für die anorganischen Verbindungen überhaupt kein Beweis beigebracht worden ist über das Vorhandensein von zyklischen Verbindungen. Vielleicht ist in der

1) Es gibt eine andere stark negative $\frac{N}{\alpha}$-Modifikation derselben Verbindung mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix} 40;\ +7 \\ 22 \\ 4\cdot \end{matrix}$ (aber auch eine stark positive, trikline Modifikation mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix} 4\cdot 4\,d;\ -8 \quad 65 \\ 64\cdot \quad ; \quad -65 \\ -6\cdot \end{matrix}$; endlich gibt es noch zwei Modifikationen von Allozimmtsäure). Der Komplex der Hydrozimmtsäure ist schon nicht so extrem positiv; sein Symbol ist $\begin{matrix} 6;\ 49 \\ 73\cdot \\ +1 \end{matrix}$

Abwesenheit der extremnegativen Glieder unter den ideellen Krystallen gerade die Bestätigung dieser Meinung zu ersehen.

Die extremnegativen Glieder in der Tabelle der oktaëdrischen Hauptstrukturart sind nur sehr schwach vertreten; dementgegen finden wir eine sehr starke Entwickelung dieser Reihe in der Tabelle des hypohexagonalen Typus. Demgemäß würde die Anführung dieser Reihe von größerer Tragweite sein.

+	Dinitrochloranisol $C_6H\overset{3,6}{(NO_2)_2}\overset{2,4}{Cl_2}\overset{1}{(OCH_3)}$	7 · —2
—	Zinkenit $(SbS_2)_2Pb$ [1])	8 $+\frac{1}{2}$
—	Propianamid $CH_3.OH_2CONH_2$	9 —5
+	α-Tribenzhydroxylamin $N(C_7H_5O)_2(O.C_7H_5O)$	10 · +3 · +6 ·
+	Acetyl-p-nitro-o-dichloranilin $C_6H_2\overset{4}{(NH.C_3H_3O)}\overset{1}{(NO_2)}\overset{2,6}{Cl_2}$ . .	12 +4 ·
+	Benzolsulfonsaures Diazobenzol $C_6H_5.N_2SO_2C_6H_5$	12 —1 ·
+	Bisdiphenylketazin $(C_6H_5)_2:C<\begin{matrix}NCON\\NCON\end{matrix}>C:(C_6H_5)_2$ . . .	4 · 12 · —7
+	Acetylcitronensäureanhydrid $\begin{matrix}CH_2(CO_2H).C(OC_2H_3O)CO\\CH_2 \text{———} CO\end{matrix}>O$	12 · —5
+	β-Benzylmalinit $\begin{matrix}OH.CH.CO\\CH_2.CO\end{matrix}>N.CH_2.C_6H_5$	12 · $-\frac{1}{2}$
—	Methyltartrimid $[CH(OH).CO]_2NCH_3$	13 —6
	Acetophenoncretin (1²-Oxyacetophenonacetat) $C_6H_5.COCH_2.O.COCH_3$	13 +7
+	Aethylanishydroxamsäure $CH_3O.C_6H_4.C(NOH).OC_2H_5$ . .	16 13 · —6
?	d- und l-Mandelsaures Strychnin	—1 · 13 · —1
+	Kyanphenin $\begin{matrix}C_6H_5C:N \text{————} C:C_6H_5\\N:C(C_6H_5).N\end{matrix}$	13 · $-\cdot\frac{1}{2}$
+	Camphoransäuremonoäthylester $C_7H_{10}O_2(CO_2H)(CO_2C_2H_5)$.	14 —6 ·

[1]) Ich habe diese Verbindung angeführt wegen der Identität des Anions derselben mit dem von Chalkostibit; sonst lasse ich die anorganischen Verbindungen weg, da sie hier für den jetzt aufgestellten Zweck nutzlos sind.

	Substanz	
+	Naphtalinpikrat $C_{10}H_8 . C_6H_2(NO_3)_3OH$	1· 14 —2·
+	Formyldiphenylamin $CHO . N(C_6H_5)_2$	14 —1·
—	Kaliumoxyazotrisulfonat $NO(SO_5K)_3 . H_2C$	1 14 —1·
+	Nitrodihydrocampholenlacton $C.(CH_3)_2C(NO_2)CH_2 \mid CH_2 \mid CH.CH_3CHO.OCO$ . . .	—½ 14· —3
+	β-Bromäthylaminpikrat C_2Hydr. $NH_2 . C_6H_9N_3O_7 . \frac{1}{2} H_2O$ . .	1 15 —½
+	Cinchoninantimonyltartrat $(C_{19}H_{22}NO)_2(SbO)_2(C_4H_9O_6)_2 . 3 H_2O$	—1· 15 +3·
+	Gruppe *d*-α-π-Dichlorcampher $(C_8H_{13}X)<{CHY \atop CO}$ ($X = Cl, Br, Cl, Br$ bzw. $Y = Cl, Cl, Br, Br$) . . .	15 —5
+	Chlorchinon $C_6H_3ClO_2$	15· 0
—	α-Methylglycosid $C_6H_{11}O_6(CH_3)$	16· —7·
—	*i*-α-Methyläpfelsäure $CH_2(Ci_2H)C(CH_3)(OH)(Ci_2H)$ . . .	2 16 —6
+	Calciumbenzoat	16 —2
—	Butyramid $CH_3 . CH_2 . CH_2 . CONH_2$	16 0
—	α-*d*-Mannit $CH_2(OH)[CH(OH)]_4CH_2OH$	16 +4·
—	α-*b*-Äthylallylthiocarbamidhexachloroplatinat	16· —6·
+	Picolindicarbonsäure	17 0
+	Opiansäuremethylester $CH_3O . C . CH : C . CH<{OCH_3 \atop O}$ $CH_3O . \ddot{C} . CH : C . CO$ . . .	+12· 1· +½
+	Pirrolinpikrat $C_4H_6NH . C_6H_2(NO_2)_3OH$	17· +2·
+	Mangano(ferro)pikrat $[C_6H_2(NO_2)_3O]_2Mn(Fe) . 5 H_2C$ . . .	17· +2·
+	Dinitrothiophen isom. $C_4H_2S(NO_2)_2$	9 18 —7

?	Verbindung $C_9H_{14}O_6N_2S$	18 —6·
—	Betaïnoxalat $C_2H_2O_4[N(CH_3)_3CH_2CO_2]_2$	+9 18 —6·
—	Glycocollsulfat $[CH_2(NH_2)CO_2H].H_2SO_4$	18 5·
+	Kalium(Ammonium)pikrat $C_6H_2(NO_2)_3OK(NH)_2$	18 —5
—	Bromisodehydracetsäureäthylester $\begin{matrix} CO.O\text{———}C.CH_3 \\ \dot{C}Br:C(CH_3).\ddot{C}.CO_2C_2H_5 \end{matrix}$	+5· 18 —½
+	Rubidiumphtalat $C_6H_4 < \begin{matrix} CO_2Rb \\ CO_2H \end{matrix} \cdot 11\,H_2O$	+6 18 —½
+	Methylantipyrin $\begin{matrix} & NCOH_5 & \\ CH_3.N & & CO \\ OH_3.C & = & C.CH_3 \end{matrix}$	7 18· —6
?	Natriumsantoninat $2(C_{15}H_{19}NaO_4).7\,H_2O$	18· +½
+	μ-Methyl-β-Aminothiazol-α-Carbonsäureamid $\begin{matrix} NH_2.C.S \\ NH_2.CO.\ddot{C}N \end{matrix} \geqslant C.CH_3.2\,H_2O$ . .	—14 18· +9
–	Baryumacetat $(CH_3.CO_2)_2Ba.H_2O$	4 4 19; ? —7
+	Jodacetonilid $C_6H_9J.NH.COCH_3$	19 —3·
+	Methylpipericlinhexachloroplatinat $PtCl_6(C_6H_{13}NH_2)$	19 —3
—	Trimethyl-i-amylammoniumhexachloroplatinat $PtCl_6[N(CH_3)_3C_5H_{11}]_2$	—6· 19 —2·
+	Dinitrodimethylanilin $C_6H_3(NO_2)_2K(CH_3)_2$	19 —1
—	Rubidiumantitartrat $C_4H_4O_6Rb_2.H_2O$	½ ½ 19; ? —½
+	m-Benzoyltoluid $C_6H_4(CH_3).NH.COC_6H_5$	+1 19 +2
—	Chinhydron von der Formel $P_{16}H_{12}O$	19 +5·
+	Trimethyläthergallussäuremethylester $(CH_3O)_3C_6H_2.CO_2CH_3$	7 19 +6·

		Komplexsymbol
+ Isomorphe Gruppe	$C_6H_2\overset{1}{(NO_2)}\overset{2,4}{X}\overset{}{Y}\overset{5}{(NH_2)}$ . . . . ($X = Br, Cl, Cl, Br$ bzw. $Y = Cl, Cl, Br, Br$)	1· 19· +7
+ Phenyl-1-imido-3-methyl-5-tria-zolinhexachloroplatinat	$PtCl_6(C_9N_4H_{11})$	7 19 +7
+ Bas. Pyridinbetaïnhydro-chlorid(bromid)	$(C_7H_7O_2N_2)HCl(Br)H_2O$	19 +8·

Hier haben wir alle Verbindungen zusammengestellt, welche extrem-negative Krystallkomplexe bilden, ohne jede Rücksicht auf ihre chemische Zusammensetzung. Wenn wir aber hier die Vertretung der zyklischen Verbindungen in höherem Grade auffinden, als an den übrigen Stellen der Tabellen, so ist doch, in Anbetracht der ungemeinen Häufigkeit dieser Verbindungen, die Schlußfolgerung über den innigen Zusammenhang zwischen beiden Faktoren nicht überzeugend genug. Bei der Besprechung solcher Fragen ist es stets vorzuziehen, die einfacheren Tatsachen auszuwählen, um sich klarere Einsicht zu verschaffen.

Dementsprechend habe ich weitere Zusammenstellungen abgefaßt, in welchen ich die Verbindungen mit dem einfachsten und best studierten Zyklus — dem Benzolkern — herauszog und dabei unter Ausschluß aller anderen zyklischen Verbände der Atome in der Molekel.

Das Vorhandensein von zwei zyklischen Verbänden in der Molekel kann in Bezug auf die Ausbildung des Krystallkomplexes ganz andere Wirkung ausüben, als die eines einzigen Zyklus. Als Beispiele führe ich die Fälle der Ausbildung der pseudokubischen Komplexe an.

Dies ist z. B. für das Phenylsalicylat (Salol) der Fall mit der Formel $HO.C_6H_4.CO_2.C_6H_5$ und dem Komplexsymbol $\begin{matrix}40\\55\\-1\end{matrix}$ und für das Methenylorthophenylendiamin $C_6H_4<\begin{matrix}NH\\N\end{matrix}>CH$ mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}40\\55\\0\end{matrix}$.

Würde sogar zugestanden, daß der zyklische Verband der Atome ein Faktor ist, welcher der Ausbildung stark negativer Komplexe günstig ist, so kann man natürlich nicht von dem Einflusse absehen, welchen die seitlich gebundenen Atome auf den Komplex ausüben. Man hätte nur zugestehen können, daß dies der Fall sein kann, wenn diese seitlich gelegenen Atome gleichartig sind, wobei aber die Natur dieser Atome nicht gleichgültig ist. Es kann z. B. diese für H gelten und nicht für Cl. Nun ersehen wir für den Benzolkern, daß wirklich dem Hexachlor(brom)benzol das Komplexsymbol $\begin{matrix}6;-1.\\64\\+4.\end{matrix}$ zukommt, dem des Inosit $C_6H_6(OH)_6$ das

Symbol $\begin{matrix}40\\48,\\1\end{matrix}$ dem rac. Inosit $\begin{matrix}4\,d;\,+2\\58\\2\end{matrix}$, dem Benzolhexachlorid (bzw. bromid) $C_6H_6Cl_6$ (bzw. Br_p) das Symbol $\begin{matrix}6;\;3\\64.\\-4\end{matrix}$ (das Symbol steht aber nicht sehr fest und muß möglicherweise durch $\begin{matrix}40;\,-11.\\38.\\2\end{matrix}$ ersetzt werden). Hierzu ist noch die Bemerkung beizufügen, daß alle diese Verbindungen in ihren Krystallkomplexen keine Andeutung der hohen Symmetrie aufweisen, welche in den angenommenen chemischen Formeln enthalten ist. Somit drücken diese Formeln keineswegs vollständig die chemischen Verhältnisse der Molekeln aus. Und gerade darin besteht die Hauptschwierigkeit der gestellten Aufgabe, daß wir sogar in den chemischen Formeln keinen sehr festen Boden zu Schlußfolgerungen besitzen.

Wenden wir uns denjenigen Verbindungen zu, in welchen das zyklische Radikal nur einmal vertreten ist, so finden wir:

A. für den hypohexagonalen Typus:

Verbindung	Formel	Symbol
β-Benzylmalimid	$C_6H_5CH_2N\!<\!\begin{matrix}CO.CH.OH\\CO\;\;\dot{C}H_2\end{matrix}$	$\begin{matrix}-12.\\-\frac{1}{2}\end{matrix}$
Acetophenonacetin	$C_6H_5.CO.CH_2.O.COCH_3$	$\begin{matrix}13\\+7\end{matrix}$
Acetyl-2,5-αα-dimethyl-furanphenylhydrazon	$O\!<\!\begin{matrix}C(CH_3):CH\\C(CH_3):\dot{C}.C\!\lessdot\!\begin{matrix}N.NH.C_6H_5\\CH_3\end{matrix}\end{matrix}$	$\begin{matrix}5\\17\\-5\end{matrix}$
Phenylbromitaconsäure	$C_6H_5.CBr:C\!<\!\begin{matrix}CH_2.CO_2H\\CO_2H\end{matrix}$	$\begin{matrix}21\\-1.\end{matrix}$
Isobenzaldoximhydrochlorid	$C_6H_5.CH:NOH.HCl$	$\begin{matrix}22\\+\frac{1}{2}\end{matrix}$
Äthylidenjodphenylsulfon	$C_6H_5.SO_2.CHJ.CH_3$	$\begin{matrix}3.\\23.\\-3\end{matrix}$
Benzoylcyanid	$C_6H_5.CO.CN$	$\begin{matrix}1.\\23.\\+2\end{matrix}$
Antipyrinpseudojodäthylat	$C_6H_5\!<\!\begin{matrix}C(OCH_3):CH\\N(C_2H_5J):\dot{C}.CH_3\end{matrix}$	$\begin{matrix}3\\24.\\-5\end{matrix}$
Phenyl-α-β-pentensäure	$C_6H_5.CH_2.CH_2.CH:CH.CO_2H$	$\begin{matrix}25\\-\frac{1}{2}\end{matrix}$
Pentachlorphenolacetat	$C_6Cl_5O.CO.CH_3$	$\begin{matrix}7.\\25.\\+6\end{matrix}$
d-Hexachlorphenoldichlorid	$C_6Cl_5(OCl)Cl_2$	$\begin{matrix}26.\\+4.\end{matrix}$

Substanz	Formel	Werte
Pentabromtoluol	$C_6Br_5.CH_3$	2 27 −2.
Iminoacetmalonanilsäureäthylester	$CH_3.C(:NH).CH<{}^{CONHC_6H_5}_{CO_2.C_2H_5}$	−12 30. −2
Phenylcitraconsäure	$C_6H_5.CH_2.C.CO_2H$ $H.\ddot{C}.CO_2H$	−14 32.; +6. ; 6 +30
Phenylaticonsäure	$C_6H_5.CH:C(CO_2H).CH_2(CO_2H)$	−6.[1] 34 +1
rac. Phenylparaconsäure	$C_6H_5.\dot{C}H.CH(CO_2H).CH_2$ $\dot{O}$ ——— $\dot{C}O$	+2 35. −6
Ammoniumphenylglycolat	$C_6H_5.CH(OH).CO_2NH_4$	37 $+\frac{1}{2}$
Zimmtsäureäthylesterdibromid	$C_6H_5CHBr.CHBr.CO_2C_2H_5$	+1 38 +1·
Methyl-*p*-tolylsulfon	$CH_3.C_6H_5.SO_2CH_3$	−6· 38· +7
Nitrosobenzol	$C_6H_5(NO)$	40· −4·
Phenyltribrompropionsäure	$C_6H_5CBr_2.CHBr.CO_2H$	1 42 +4
Diäthylanilinhydrobromid	$C_6H_5(C_2H_5)_2NH.Br$	+7 42· −7
α-α-Dimethylthienylphenylketon	$C_6H_5CO.SHC_4(CH_3)_2$	45· −5
Dipropylphenylhydrazinbromid	$C_6H_5.NH.N(C_3H_7)_2.HBr$	+4 45·; −5 ; 3· −75
Phenyläthylenoxyd (polymer.)	$C_6H_5.O.C_2H_3$	−2· 46 0
α-Phenylhydrazinbrenztraubensäureäthylester	$C_6H_5NHN:C(CH_3)(CO_2C_2H_5)$	2 51 −2
Chlor(Brom)zimmtaldehyd	$C_6H_5.CH.CCl(Br)COH$	55 +2·

1) Möglicherweise auch 50 (−1 / +1); dies ist unbestimmt geblieben.

β-Phenylhydrazinbrenztraubensäureäthylester $C_6H_5NHN:C(CH_3)(CO_2C_2H_5)$ . . . . +15 / 57·; / −5 — 8 / +25

Phenylglycerinsäure $C_6H_5.CHOH.CHOH.CO_2H$ . . . . −9 / 61 / +5

γ-Phenyl-βγ-dioxybuttersäure $C_6H_5CHOH.CHOH.CH_2.CO_2H$. −10· / 64 / −3

Acetbenzalessigsäureäthylester (α-Acetzimmtsäureäthylester) $\begin{matrix} C_6H_5.CH \\ CH_3CO \end{matrix} > C.CO_2C_2H_5$ . . . . 68 / +5

Formanilid $C_6H_5NH.COH$ . . . . −5· / 69 / +7

Phenyldibromvaleriansäure $C_6H_5.CHBr.CH_2.CHBr.CH_2CO_2H$. −3 / 70· / +4

Dimethylphenylhydrazinjodid $C_6H_5.NHN(CH_3)_2HJ$ . . . . . −1 / 72. / +2

Hydrozimmtsäure $C_6H_5.CH_2.CH_2.CO_2H$ . . . . +9 / 73 / +1·

Benzenylamidoximäthylester $C_6H_5C(N.OC_2H_5)NH_2$ . . . . . 73· / −4·

β-Oktochlorcyclohexenon (Hexachlorphenoldichlorid) $C_6Cl_5OCl.Cl_2$ 75 / −2

p-Tolenylamidoximäthylester $CH_2C_6H_5C(NOC_2H_5).NH_2$ . . . 2· / 75· / −4·

Acetanilid $C_6H_5NH.COCH_3$ . . . . 78· / −1

Isomorphe Gruppe (Substituierte Phenylpropionsäuren) $C_6H_5CHX.CHY.CO_2H(X = Cl, Br, Cl$ bzw. $Y = Cl, Cl, Br)$ 1 / 80· / +6

Pentachlorphenol $C_6Cl_5(OH)$ . . . . −4 / 81 / +7·

Glycerinformalbenzoat $C_6H_5CO.O.CH < \begin{matrix} CH_2.O \\ CH_2.O \end{matrix} > CH_2$ . . . −7 / 82· / +7·

B. Für hexaëdrische Hauptstruktur der Tetragonaloiden:

Pentabromphenol $C_6Br_5(OH)$ . . . . 7 / 22 / −6

Dimethyl(2,3)phenyl(1)pyrrodiazolon $C_6H_5N<\begin{matrix}N(CH_3)C.CH_3\\ CO\text{———}\ddot{C}N\end{matrix}$.		24 4
Phenylcumalin $C_6H_5C\lessdot\begin{matrix}CH.CH\\ O.CO\end{matrix}\gtrdot CH$		25 7
Phenylbutyrolacton $C_6H_5.CH.CH_2.CH_2$		29· 5·
Dibutylphenylhydrazinjodid $C_6H_5.NH.N(C_4H_9)_2HJ$	12 34·; 5	2· —80
Phenylcitraconsäureanhydrid $C_6H_5.CH_2\begin{matrix}C.CO\\ \ddot{C}HCO\end{matrix}>O$		—9 37· 2
Norm. Valeranilid $C_6H_5NH.CO.CH_2CH_2CH_2CH_3$		+4· 42· ½
o-α-Phenylthiocarbamid $CS.NHC_6H_5.NH_2$		43 5·
Pentabromphenolbrom C_6Br_5OBr		47 —6·
Phenylisohomoparaconsäure $C_6H_5.CH.\overset{CH_3CO_2H}{\overset{\vee}{C}}.CH_2$ / $\dot{O}\text{——}\dot{C}O$		5· 48· —3·
Natriumbenzolsulfonat $C_6H_5SO_3Na.H_2O$		—0 50 —1
Äthylphenacylcyanacetat $C_6H_5COCH_2.C(C_2H_5)<\begin{matrix}CN\\ CO_2\end{matrix}C_2H_5$ . .		1· 53 1
3(N)Phenyl-4-thiohydantoïn $\begin{matrix}CH_2\text{————}S\\ \dot{C}O.N(C_6H_5).\dot{C}:NH\end{matrix}$		63 1·
Benzhydroxamsäureäthylester $C_6H_5.C(N.O.C_2H_5)OH$	+9· 73·; 4	5 0
Cantharidinphenylamin $C_6H_5N.C_{10}H_{11}O_3$		—½ 76 0
Methylphenylsulfon $C_6H_5.SO_2CH_3$		+2· 77 5
β-Zimmtsäure $\begin{matrix}H.C.C_6H_5\\ H.\ddot{C}.CO_2H\end{matrix}$		+½ 85 0

C. Für die oktaëdrische Hauptstruktur der tetragonaloïden:

Chlor(brom)acetophenon $C_6H_5CO.CH_2Cl(Br)$ . . . . 15·½ +7

α-Zimmtsäure $C_6H_5CH:CH.CO_2H$ . . . . 22 4·

Äthylacetanilid $C_6H_5N(C_2H_5)COCH_3$ 31 0 5

Benzoyldimethylencarbonsäure $C_6H_5CO.C<^{CH_2}_{CH_2}CO_2H$ . . . . 31 —3·

Anilin (auch Methylanilin) tribromocadmiat $C_6H_5NH_3CdBr_3$ . . . 31· —6

Methylphenylcarbamidsäurechlorid $C_6H_5N(CH_3).COCl$ . . . . 31· 5·½

α-Propylbenzhydroxamsäure $C_6H_5C(NOH)(OC_3H_7)$ . . . . 33 —1·2

Phenylthiosemicarbamid $C_6H_5.NH.NHCS.NH_2$ 34 1 6

Valeranilid (labil) $CH_3CH_2CH_2CH_2CONHC_6H_5$ . . . . 34 —3 1

Citraconanil $C_6H_5.NC_5H_4O_2$ 36 5

α-Phenylsulfonbuttersäure $CH_3.CH_2.CH(SO_2C_6H_5)CO_2H$ . . . 38 —1·

Benzylidendiisonitraminmethylester $C_6H_5CH(N_2O_2CH_3)_2$ . . . . 42· —4 0

Benzenylamidinnitrit $C_6H_5C(NH)NH_2.HNO_2.H_2O$ . . . . . . 43 2·

Phenylbrommilchsäure $C_6H_5.CHOH.CHBr.CO_2H$ . . . . . . —½ 43· 5·

Dichlormethyl-p-tolylsulfon $CHCl_2.SO_2CH_2C_6H_5$ . . . . 47 6· 3

Chlormethylphenylsulfon $CH_2Cl.SO_2C_6H_5$ . . . . —11· 46·; —80 —2·

Phenylbromparaconsäure $C_6H_5.CBr\dot{C}H.CH_2$ (mit CO_2H an CH; $\dot{C}$——$\dot{C}O$) . . . . 49 ½

Allozimmtsäuredichlorid $C_6H_5.CHCl.CHCl.CO_2H$ . . . . . $\begin{matrix}50\\-7\end{matrix}$

β-Benzoylglutarsäureketodilacton $C_6H_5.C\begin{matrix}\diagup OCO\ CH_2\\ \text{———} \dot{C}H\\ \diagdown OCO.\dot{C}H_2\end{matrix}$ . . . . . $\begin{matrix}52\cdot\\-4\end{matrix}$

Amylennitrolanilinnitrosoderivat
$C_6H_5(NO)N.C(CH_3)_2C(NOH).CH_3$ . . . . $\begin{matrix}54\\-3\cdot\end{matrix}$

Um aus diesen Tabellen eine Belehrung zu entnehmen, muß man in Betracht ziehen, daß überhaupt umsomehr der Einfluß der seitlichen Ketten hervortreten muß, je komplizierter der chemische Bestand derselben ist. Falls also der innere einfache Zyklus die Ausbildung der negativen Krystallkomplexe begünstigt, so muß der Einfluß mit der Komplikation der seitlichen Ketten fallen.

Und nun glaube ich das Fallen dieses Einflusses wirklich zu ersehen, aber mit einer Anzahl von sehr scharfen Ausnahmen und zwar zweierlei Art: 1. in solchen einfach zusammengesetzten Verbindungen wie Nitrosobenzol, welchen das Komplexsymbol $\begin{matrix}6\\40\cdot\\-4\cdot\end{matrix}$ zukommt, das einen gar nicht sehr stark negativen Komplex ausdrückt; noch mehr gilt diese für Phenyläthylenoxyd mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6;\,-2\cdot\\46\\0\end{matrix}$: noch schärfer drückt sich der Widerspruch für Formanilid mit dem Symbol $\begin{matrix}6;\,-5\cdot\\69\\+7\end{matrix}$ aus, welches sich schon auf einen sehr stark positiven Komplex bezieht; am schärfsten gilt dies aber für Pentachlorphenol mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6\\78\cdot\\-1\end{matrix}$ (obgleich für Pentabromphenol mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}4\,h;\,7\\22\\-6\end{matrix}$ dies keineswegs der Fall ist).

Für beide andere Tabellen haben wir keine so scharf ausgesprochenen Widersprüche, obgleich es doch wenig begreiflich scheint, daß im Methylphenylsulfon mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}4\,h;\,+2\cdot\\77\\+5\end{matrix}$ das Radikal SO_2CH_3 einen so kolossalen Einfluß ausgeübt hatte.

Andererseits ersieht man für sehr stark negative Komplexe auch so komplizierte seitliche Ketten, wie dies für β-Benzylmalimid mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6\\12\cdot\\-\frac{1}{2}\end{matrix}$, für Acetyl-2,5-$\alpha\,\alpha$-dimethylfuranphenylhydrazon $\begin{matrix}6\\17\\-5\end{matrix}$, für Phenyl-

bromitaconsäure mit dem Komplexsymbol $\underset{-1\cdot}{\overset{6}{21}}$, für Antipyrinpseudojodäthylat mit dem Komplexsymbol $\underset{-5}{\overset{6;\ 3}{24\cdot}}$, für Phenylcumalin mit dem Komplexsymbol $\underset{7}{\overset{4\,h}{25}}$ und benachbarte Verbindungen der Fall ist.

Diese Tatsachen können aber eher als bestätigende angesehen werden, da hier die seitlichen Ketten sich zyklisch ausbilden und somit ein neuer Grund für die Verstärkung der negativen Eigenschaften der Komplexe entsteht, und man sieht, daß sich darunter gerade die extrem-negativen Komplexe vorfinden.

Daß überhaupt für die Ausbildung der höchst negativen Komplexe die Mitwirkung der begünstigenden seitlichen Ketten notwendig ist, ersieht man direkt daraus, daß gerade die oben angeführten extremen Glieder in den jetzt angeführten Reihen fast vollständig fehlen, insofern man von diesen komplizierteren Verbindungen absieht.

Wenn somit die Schlußfolgerung gerechtfertigt scheint, daß die zyklischen Verbindungen der Atome die Ausbildung der negativen Komplexe begünstigen, so ist es schon nicht schwer, den physikalischen Sinn dieser Tatsache zu erklären.

Geben wir uns Rechnung davon, was die Paralleloëder (dementsprechend auch die Teilungen derselben — die Stereoëder, also Raumeinheiten, welche den einzelnen chemischen Molekeln entsprechen) der hochnegativen Komplexe darstellen, so müssen wir dieselben als plattenförmige charakterisieren, somit auch den chemischen Molekeln solcher Verbindungen selbst eine abgeplattete Form zuschreiben.

In anderen Worten würde dieselbe Schlußfolgerung heißen: die zyklischen Verbindungen der Atome begünstigen die abgeplattete Form der chemischen Molekel.

Diese Form wurde gerade von Anfang an von Kekulé dem Benzolkern zugeschrieben, obgleich sie später auch von anderen Chemikern ihm abgesprochen wurde.

Jetzt scheint mir kaum einem Zweifel unterworfen, daß durchaus nicht alle zyklischen Verbindungen so aufgefaßt werden können: wenn wir sogar die Form eines Atoms notwendigerweise als etwas veränderliches auffassen müssen, je nach den äußeren Verhältnissen, umsomehr muß dies für zyklische, wie überhaupt für alle chemischen Radikale der Fall sein; je nach dem individuellen Bestande der seitlichen Ketten kann der Grundzyklus dadurch in hohem Grade deformiert sein, sodaß sogar im Resultate hochpositive Komplexe entstehen können.

Um den Einfluß der seitlichen Ketten schärfer hervortreten zu lassen, habe ich alle disubstituierten Benzolderivate ausgesucht, und dabei natürlich die Ortho-, Meta- und Para-Verbindungen gesondert.

Ortho-Verbindungen.

Für die Komplexe des hypohexagonalen Typus erwies sich:

Verbindung	Formel		
β-Äthylanishydroxamsäure	$CH_3O.C_6H_4.C(NOH).OC_2H_5$		6 / 13· / —6
Phtalimid	$C_6H_4(CO)_2NH$		—1· / 16· / —4
Pyrolenphenylcarbinol-o-carbonsäuremethylester	$CH{<}^{CH.C}_{NH.\ddot{C}}{>}C{<}^{C_6H_4.CO_2CH_3}_{OH}$		—3· / 17 / —6·
o-Jodacetanilid	$C_6H_4J.NH.COCH_3$		19 / —3·
Cis-Maleinoïde-Δ^{3,5}-Dihydrophtalsäure	CH, HC, HC, CH (Ring); $C{<}^{H}_{CO_2H}$, $C{<}^{CO_2H}_{H}$		1· / 22 / —2
Isocarbostyrilhydrochlorid	$C_6H_4{<}^{CO.NH}_{CH.\dot{C}H}\cdot HCl$		3· / 25· / —4
o-Sulfobenzoësäurechlorid (stabil)	$C_6C_4{<}^{COCl}_{SO_2Cl}$		½ / 29· / +1·
Pentachlor-α-ketonaphtalin	$C_6H_4{<}^{CO.CCl_2}_{CCl_2.\dot{C}HCl}$		2 / 32 / —6
Dimethylphenylcarbinol-o-Sulfosäureäthylamid	$C_6H_4{<}^{C(CH_3)_2OH}_{SO_2NHC_2H_5}$		+3 / 35 / —2·
Kaliumphthalaminat	$C_6H_4{<}^{CONH_2}_{CO_2K}$		39 / —6·
o-Nitrobenzoësäureäthylester	$C_6H_4NO_2.CO.OC_2H_5$	—12 / 45; / +5	7· / —45
Tetrachlordimethylchinoralin	$C_6H_4{<}^{N:C.CHCl_2}_{N:\dot{C}.CHCl_2}$	4· / 50; / —5	4· / +20
o-Sulfobenzoësäurechlorid (labil)	$C_6H_4{<}^{COCl}_{SO_2Cl}$		50 / +1

Acetylphtalylhydroxylamin $C_6H_4<{C = NOC_2H_3O \atop CO}>O$ . . . . . . —4 51 +3

o-Cyanbenzotrichlorid $C_6H_4CN.CCl_3$ . . . . —16 55 —4

Hexachlor-β-ketohydronaphtalin $C_6H_4<{CCl_2CO \atop CCl_2CCl_2}$ . . . . . . 57 +3·

o-Bromophenylessigsäure $C_6H_4BrCH_2.CO_2H$ . . . . —9· 58· —3·

Tetrachlorphtalsäuretetrachlorid $C_6Cl_4(CCl_2)_2O$ . . . . —14· 60; +5 7· +45

o-Dinitrobenzol $C_6H_4(NO_2)_2$ . . . . 3 61· —4

γ-Diphtalimidopropylmalonsäureäthylester $C_6H_4<{CO \atop CO}>NCH_2.CH_2CH_2.CH(CO_2C_2H_5)_2$ . . . . . . —9 63 —1·

Phtalsäure $C_6H_4(CO_2H)_2$ . . . . +3· 64 +10·

Monokalium(ammonium)phtalat $C_6H_4CO_2K(NH_4)CO_2H$ . . . 68 —3·

α-Pentachlor-β-Ketohydronaphtalin $C_6H_4<{CCl_2.CO \atop CCl_2CHCl}$ . . . 1 69 +1·

β-Methyl-o-Oxyphenylacrylsäure (α-Methylcumarinsäure) $HO.C_6H_4CH:C(CH_3)CO_2H:2H_2O$ . . 1· 69· +4

α-Trichlor-β-Ketonaphtalin $C_6H_4<{CCl_2.CO \atop CCl:CH}$ . . . . 73 +4

Kaliumphtalimidoisothionat $C_6H_4<{CO \atop CO}>NC_2H_4SO_3K.\frac{1}{2}H_2O$ . . —10 74· +9

o-Sulfobenzoësäure $C_6H_4<{CO_2H \atop SO_3H}$ . . . . 76· —4

Hydrogennatriumphtalat $C_6H_4(CO_2Na)(CO_2H)$ . . . . 78 —6

2,4 Δ-Dihydrophtalsäure (Ring: CH_2, CH, CH, CH, $C<{H \atop CO_2H}$, $C.CO_2H$) . . . . —7 78 —2·

Für die Komplexe der hexaëdrischen Hauptstrukturart.

Substanz	Formel	
Ammoniumsulfobenzoat	$C_6H_4CO_2NH_4 . SO_3NH_4$	35 —3·
o-Oxybenzoësäure (Salicylsäure)	$C_6H_4(HO)(CO_2H)$	+1· 40 —1
o-Acettoluid	$C_6H_4(CH_3)(NH . COCH_3)$	43 5·
o-Xylylenbromid	$C_6H_4(CH_2Br)_2$	44· 4·
o-Nitrozimmtsäureäthylester	$C_6H_4(NO_2)(CH : CHCO_2C_2H_5)$ . .	47 —1
α-Tetrachlor-α-ketonaphtalin	$C_6H_4<{CO . C . Cl_2 \atop CCl : CCl}$	2 48 $\frac{1}{2}$
o-Toluidoisobuttersäureäthylester	$CH_3 . C_6H_4 . N<{H \atop (C_3H_6)CO_2C_2H_5}$	+12 1 61 ; ? —1
Natriumsulfobenzoat	$C_6H_4(CO_2H)(SO_3Na) . 2\,H_2O$	—5 1 76·; ? —5

Für die Komplexe der oktaëdrischen Hauptstrukturart.

Substanz	Formel	
Diäthylphenylcarbinol-*o*-Sulfosäuremethylamid	$C_6H_4<{C(C_2H_5)_2OH \atop SO_2NHCH_3}$	22· $\frac{1}{2}$
o-Acetanisid	$C_6H_4 . OCH_3 . NHC_2H_3O$	33· 1
3,5 Trans-Δ-Dihydrophtalsäure	$CH : CH . C<{H \atop CO_2H}$ $CH : CH\ C<{CO_2H \atop H}$	38 —8
o-Nitronitrosobenzol	$C_6H_4(NO)(NO_2)$	38 —2
Kalium-*o*-nitrophenolat	$C_6H_4(OK)(NO_2)$	1 42 6
Kalium-*o*-phenolsulfonat	$C_6H_4(OH)(SO_3K) . 2\,H_2O$	42· —6·
α-Äthyl-α-cumarin	$C_6H_4<{O . CO \atop CH : \dot{C} . CH_2 . CH_3}$	+12· 43· 3·
Monorubidium(cäsium)phtalat	$C_6H_4(CO_2H)[CO_2Rb(Cs)_2]$ . . .	45· —7·
Indazol	$C_6H_4C<{CH \atop \dot{N}}>NH$	$+\frac{1}{2}$ 45· 4

o Nitrosoacetanilid $C_6H_4(NHCOCH_3)(NO)$	—8 47· 3
Pr-3-3-Dimethyl-2-indolinon $C_6H_4\left<{C(CH_3)_2 \atop NH}\right>CO$	47· 4·
Ammonium-*o*-sulfobenzoat $C_6H_4(SO_3NH_4)(CO_2H)$	48 3·
o-Amidobenzoësäure $C_6H_4(NH_2)(CO_2H)$	50 —5
Phtalonsäuremethylester $C_6H_4(CO.CO_2CH_3)(CO_2CH_3)$	52· ½
Methenyl-*o*-phenylendiamin $C_6H_4\left<{NH \atop N}\right> CH$	55 0

Meta-Verbindungen.

Für die Komplexe des hypohexagonalen Typus.

m-Toluylhydroxamsäure $C_6H_4(CH_3).C(NOH)(OH)$	16· +1·
m-Jodacetanilid $C_6H_4J.NH.COCH_3$	16· +2·
Silber-*m*-toluolsulfonat $C_6H_4(CH_3).SO_3Ag$	3· 21· —4
Baryum(Blei)benzol-*m*-disulfonat $C_6H_4(SO_3)_2Ba(Pb).2H_2O$ . .	28· —2
α-*m*-Nitrobenzoësäure $C_6H_4(NO_2)(CO_2H)$ (stabil)	—6· 35 +8
m-Nitroacetanilid $C_6H_4(NO_2).NHC_2H_3O$	+8 74 —5

Für die Komplexe der hexaëdrischen Hauptstrukturart.

m-Dinitrobenzol $C_6H_4(NO_2)_2$	20 1·
m-Benzoësäuretrimethylammoniumchlorid $C_6H_4(CO_2H)[N(CH_3)_3Cl].H_2O$	—1 31· 1
m-Nitrozimmtsäureäthylester $C_6H_4NO_2.CH:CHCO_2C_2H_5$ . . .	+5 34 —½
m-Nitrophenyltrimethylammoniumnitrat $C_6H_4NO_2$	45· —5·
m-Nitrobenzylsulfonchlorid $C_6H_4\left<{NO_2 \atop CH_2SO_2Cl}\right.$	48· —2

γ-m-Nitrobenzoësäure (stabil) $C_6H_4NO_2 . CO_2H$	—1 69 —1

Für die Komplexe der oktaëdrischen Hauptstrukturart.

m-Nitroanisol $C_6H_4 . NO_2 . OCH_3$	25 —7·
m-Xylylenbromid $C_6H_4(CH_2Br)_2$	3· 27 4·
Resorcin $C_6H_4(OH)_2$	39 2·
m-Nitrobenzoësäureäthylester $C_6H_4 . NO_2 . CO_2C_2H_5$	—7 43· 2·
m-Nitrobenzylidenchlorid $C_6H_4NO_2 . CHCl_2$	+2 44 3·

Para-Verbindungen.

Für die Komplexe des hypohexagonalen Typus.

p-Nitrophenol (labil) $C_6H_4(OH)NO_2$	—3 23· —7
p-Xylol $C_6H_4(CH_3)_2$	0 25 —5
Anissäure $CH_3O . C_6H_4 . CO_2H$	—8· 25 —3
p-Toluolsulfonsäureäthylester $C_6H_4(CH_3) . SO_3C_2H_5$	1· 26· —5
p-Amidophenol $C_6H_4NH_2 . HO$	35 —6
Diäthyl-*p*-Toluidinhydrobromid $CH_3 . C_6H_4 . N(C_2H_5)_2BrH$	11 35 —½
p-Tolylsulfonessigsäure $CH_3 . C_6H_4 . SO_2 . CH_2 . CO_2H$	—1 37 —2
p-Dichlor(Brom)benzol $C_6H_4 . Cl(Br)_2$	—10· 37· +6·
p-Jodacetanilid $C_6H_4J(NH . C_2H_3O)$	½ 38 +3

p-Acetylamidophenol	$C_6H_4(NH.C_2H_3O).OH$	1· 39 +3·
p-Tolursäure	$CH_3.C_6H_4CO.NH.CH_2.CO_2H$	41 +5
p-Toluylsulfonamid	$CH_3.C_6H_4SO_2NH_2$	+3 51 +8
Hydro-*p*-cumarsäure	$C_6H_4<{OH \atop CH_2CH_2CO_2H}$	—12 56 —5
Kalium-*p*-nitrophenylphosphat	$(NO_2)C_6H_4O.PO(OK)_2.\frac{1}{2}H_2O$	57 +1
p-Jodacetanilid	$C_6H_4J.NHC_2H_3O$	0 57 +2·
p-Bromacetanilid	$C_6H_4Br.NHC_2H_3O$	0 57· +2·
β-*p*-Chloracetanilid	$C_6H_4Cl.NHC_2H_3O$	58· +3
β-Acet-*p*-toluidid	$C_6H_4.CH_3.NH_2C_2H_3O$	59· +3
p-Nitrobenzoësäureäthylester	$C_6H_4.NO_2.CO_2C_2H_5$	—5 1 61 ; ? +1
p-Chlorbenzoësäuremethylester	$C_6H_4Cl.CO_2CH_3$	—6 61 +1·
p-Nitrosodihydromethylketol	$C_6H_4CH_2.CHCH_3$ $\diagdown \quad — N(NO)$	61 +5
p-Nitrobenzoyltetramethylen-carbonsäureäthylester	$C_6H_4(NO_2)CO.\underset{CO_2C_2H_5}{C}<{CH_2 \atop CH_2}>CH_2$	—9 63· +6·
p-Xylylenchlorid	$C_6H_4(CH_2Cl)_2$	9 63 +5·
p-Xylylenbromid	$C_6H_4(CH_2Br)_2$	—9 64 +6·
Amylennitrol-*p*-toluidin	$CH_3C(NOH)C(NH_3)_2NH.C_6H_4CH_3$	—8 67· +2
p-Tolylglycinester	$CH_3.C_6H_4N<{H \atop CH_2.CO_2C_2H_5}$	3· 2· 68 ; ? +5

Tyrosinhydrochlorid $C_6H_4OH.CH_2CH.NH_2HCl.CO_2H.2H_2O$.		+½ 69· 0
Silber-*p*-toluolsulfonat $AgOSO_2.C_6H_4.CH_3$		—2· 72 —5
p-Dichlor-$\overset{1,4}{\Delta}$-Dihydroterephtalsäuredimethylester $C_6H_4Cl_2(CO_2CH_3)_2$		0 73· —5
Kaliumhydrochinonsulfat $C_6H_4OH.OSO_3K$		74· —7
Tribromchlorchinon $C_6ClBr_3O_2$		74· —4·
d-*p*-Methoxymandelsäure $CH_3O.C_6H_4.CH.(OH).CO_2H$ . . .		—4 76· —5
Kalium-*p*-phenolsulfonat $C_6H_4(OH)(SO_3K).HF$		—1· 77 —6·
p-Tolyltrimethylammoniumjodid $CH_3.C_6H_4.N(CH_3)_3J$		79 —5·
Tetrachlor(trichlorbrom)chinon $C_6Cl_4(Cl_3Br)O_2$		—2 80 —3·
Rac-*p*-Methoxymandelsäure $CH_3O.C_6H_4.CH(OH).CO_2H$ . . .		—0 83 +½

Für die Komplexe der hexaëdrischen Hauptstruktur.

p-Nitrohydrozimmtsäureäthylester $C_6H_4(NO_2)CH_2.CH_2.CO_2C_2H_5$		36· 0
p-Nitrodiäthylanilin $C_6H_4(NO_2)N(C_2H_5)_2$		+9· 54 ½
p-Aminobenzonitril $C_6H_4NH_2CN$		+5 61· ½
p-Methoxyphenyloxamidsäureäthylester $CH_3O.C_6H_4.NH.CO.CO_2C_2H_5$	—7 65; 5	7 —40
Diäthyl-*p*-toluidinnitrat $CH_3.C_6H_4.N(C_2H_5)_2.HNO_3$		+4· 66· 5
Kalium-*p*-toluolthiosulfonat $CH_3.C_6H_4.SO_2SK.2H_2O$		—5 69· —3·

Substanz			
p-Äthoxyphenyloxamidsäureäthylester $C_2H_5O . C_6H_4 . NH . CO . CO_2C_2H_5$	—2	70	—1
p-Nitrosodiäthylanilin $C_6H_4(NO) . N(C_2H_5)_2$	+4	71	$\frac{1}{2}$
p-Nitrobenzolessigsäureäthylester $NO_2 . C_6H_4 . COCH_2 . CO_2C_2H_5$	+10	72·	1·
p-Methoxyhydratropasäure $CH_3O . C_6H_4 . CH(CH_3)CO_2H$	+14·	76	$-\frac{1}{2}$
p-Methoxyzimmtsäureäthylester $C_6H_4(OCH_3) . CH : CH . CO_2C_2H_5$	—3·	77	4
p-Brombenzoësäuremethylester $C_6H_4Br . CO_2CH_3$		79	—5
Kalium-p-toluolsulfonat $CH_3 . C_6H_4SO_3K . H_2O$		79	4
Tetraäthyl-p-phenylendiamin $C_6H_4[N(C_2H_5)_2]_2$	$-\frac{1}{2}$	79·	0

Für die Komplexe der oktaëdrischen Hauptstrukturart.

Substanz			
Kalium-p-nitrophenylphosphat $NO_2 . C_6H_4O . PO(OK)_2 . \frac{1}{2} H_2O$	5	20	—5
p-Acettoluid $CH_3 . C_6H_4 . NH . COCH_3$	+3	28	4
Tetrachlor(trichlorbrom)hydrochinon $C_6Cl_4(Cl_3Br)(OH)_2$	13	33·	—5·
Tetrabromhydrochinon $C_6Br_4(OH)_2$	1·	34	5·
p-Cyanbenzylchlorid $C_6H_4CH_2 . Cl . CN$		36	8
p-Nitrobenzoësäuremethylester $C_6H_4(NO_2) . CO_2CH_3$	+2	36	—2·
p-Toluidinhydrochlorid $CH_3 . C_6H_4 . NH_2 . HCl$	—13	39	2·
p-Nitrotoluol $C_6H_4(NO_2) . CH_3$		40	—2·

Teträthyl-*p*-phenylendiaminhexachloromercuriat $HgCl_6 . C_6H_4N(C_2H_5)_2N(C_2H_5)_2H_2$	$-\frac{1}{2}$ 41 3.
p-Phenylendiamin $C_6H_4(NH_2)_2$	+6. 41. 7
p-Nitrophenol (stabil) $C_6H_4(NO_2)(OH)$	+17 41. 7
p-Nitrobenzoylessigsäureäthylester $C_6H_4(NO_2)(COCH_2 . CO_2C_2H_5)$	+1 43 5
p-Nitroanisol $C_6H_4(NO_2) . OCH_3$	—13 48. 4
Tetrachlor-*p*-kresol $OH . C_6Cl_4 . CH_3$	· 50. —4
Amylennitrol-*p*-toluidinnitrosoderivat $CH_3 . C(NOH)C(CH_3)_2N(NO) . C_6H_4CH_3$	54 —1
p-Nitrophenolacetat $C_6H_{11}O . COCH_3 . NO_2$	57 1.
p-Chloranilin $C_6H_4(NH_2)Cl$	57. —1.

Ich war besorgt, diese Listen möglichst vollständig abzufassen, d. h. von keinem Falle abzusehen, in welchem aus Benzol sich zwei Substitutionen ableiten lassen. Mir schien, daß, wenn es überhaupt gelingen kann, einen Einfluß von Radikalen auf den Benzolkern zu konstatieren, dieser Fall dazu der geeignetste ist.

Nun aber finden wir hier die Andeutung dafür, daß der Einfluß in erster Linie davon abhängt, ob die beiden Radikale chemisch ähnlich oder, im Gegenteil, ganz verschieden sind. Und zwar ersehen wir in der ersten Liste, daß die extrem negativen Glieder entweder Radikale von ganz verschiedener Konstitution enthalten oder komplementäre Zyklen bilden, während in extrem positiven Gliedern man in den substituierenden Radikalen eine chemische Ähnlichkeit ersieht.

Aber wir stoßen sofort auf einen grellen Widerspruch in dem Falle der maleinoïden Dihydrophtalsäure, und der Widerspruch ist um so schärfer, da gerade als extremstes positives Glied die Dihydrophtalsäure erscheint, für welche die beiden substituierenden Radikale nur sehr ähnlich sind, während in dem negativen Gliede beide vollständig identisch sind.

Wahrscheinlich kann dieser Widerspruch durch die Erwähnung beseitigt werden, daß die maleinoïde Dihydrophtalsäure in sehr schlechten Krystallen erscheint, weshalb dieselbe in meinen Tabellen zweimal vertreten

ist, und zwar ist sie das zweitemal durch das Komplexsymbol $\overset{4d;\,+5}{\underset{-1}{67\cdot}}$ charakterisiert, und möglicherweise ist diese Aufstellung die richtigere.

Unter den Gliedern dieser Liste sind auch solche vorhanden, in welchen die beiden Radikale die gleichen sind; leider sind aber solche Fälle nur sehr selten vertreten, und zwar ist dies für Dinitrobenzol mit dem Komplexsymbol $\overset{6;\,3}{\underset{-4}{61\cdot}}$ und für Phtalsäure mit dem Komplexsymbol $\overset{6;\,+3\cdot}{\underset{+10}{64}}$ der Fall. Für Hydrogennatriumphtalat mit dem Komplexsymbol $\overset{6}{\underset{-6}{78}}$ sind die Radikale (CO_2Na) und (CO_2H); ganz analog haben wir für Monokaliumphtalat mit dem Komplexsymbol $\overset{6}{\underset{-3\cdot}{68}}$ die beiden Radikale (CO_2K) und (CO_2H).

Was die Komplexe der hexaëdrischen Hauptstrukturart anbetrifft, so ist die Anzahl der Verbindungen zu gering, um etwaige statistische Schlußfolgerungen zu erlauben. Gleiche Radikale sind nur in dem einen Falle des *o*-Xylylenbromids vertreten, und diesem entspricht ein Komplex mit mittelmäßiger Hauptzahl $\overset{4h}{\underset{-4}{44\cdot}}$. Aber auch hier stoßen wir auf einen Widerspruch, indem dem Ammoniumsulfobenzoat mit den analogen Radikalen CO_2NH_4 und SO_3NH_4 das Symbol $\overset{4h}{\underset{-3\cdot}{35}}$ zukommt, während dem einzigen hochpositiven Komplex $\overset{4h;\,-5\;\;1}{\underset{-5}{76\cdot\quad;\,?}}$ die Radikale (CO_2H) und (SO_3Na) entsprechen, welche einander weniger nahestehend scheinen.

Ebensoschwach sind die Komplexe der oktaëdrischen Hauptstrukturart vertreten, und dabei fehlen natürlich hochpositive Komplexe für diese Strukturart gänzlich.

Von Interesse sind vielleicht nur zwei Verbindungen: Nitronitrosobenzol $C_6H_4(NO)(NO_2)$ mit dem Komplexsymbol $\overset{4o}{\underset{-2}{38}}$ und Kalium-*o*-nitrophenolat $C_6H_4(OK)(NO_2)$ mit dem Komplexsymbol $\overset{4o;\,1}{\underset{6}{42\cdot}}$ Wir haben schon oben gesehen, daß der so einfachen Verbindung wie Nitrosobenzol ausnahmsweise das Symbol $\overset{6}{\underset{-4}{40\cdot}}$ zukommt. Nun sehen wir, daß das Hinzufügen des

Radikals (NO_2) zu einer Änderung des Typus geführt hat, aber die Hauptzahl sogar abgenommen hat; der Ersatz aber von (NO) durch (OK) hat diese Zahl vergrößert.

Die Para-Verbindungen sind etwas reicher vertreten, und für dieselben haben wir eine Reihe bemerkenswerter Verhältnisse.

In den Komplexen des hypohexagonalen Typus haben wir schon eine Anzahl der Verbindungen mit gleichen Radikalen. Unter ihnen sind aber auch stark negative Komplexe, wie p-Xylol mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix} 6;\ 0 \\ 25 \\ -5 \end{matrix}$ und auch Dichlor(Brom)benzol mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix} 6;\ -10\cdot \\ 37\cdot \\ +6\cdot \end{matrix}$

Der erste Fall hätte als ein der Regel widersprechender gedeutet werden können, da die Radikale die gleichen sind. Es kann aber vorkommen, daß für die Verbindungen dieser Art das Radikal (CH_3) dem Atom H analog wirkt. Z. B. haben wir für Amylennitrolanilinnitrosoderivat $C_6H_5(NO)N.C(CH_3)_2\,C(NOH)CH_3$ das Komplexsymbol $\begin{matrix} 4\,o \\ 54 \\ -3\cdot \end{matrix}$ und für $C_6H_4.CH_3.(NO)N.C(CH_3)_2(NOH)CH_3$ das Komplexsymbol $\begin{matrix} 4\,o \\ 54 \\ -1 \end{matrix}$, und dabei fast die gleiche Kombination. Wird dies angenommen, so wird zugleich damit der Widerspruch beseitigt.

Anderseits haben wir hier die merkwürdige Reihe:

p-Jodacetanilid	mit dem Komplexsymbol	$\begin{matrix} 6;\ 0 \\ 57 \\ +2\cdot \end{matrix}$
p-Bromacetanilid	» » »	$\begin{matrix} 6;\ 0 \\ 57\cdot \\ +2\cdot \end{matrix}$
p-Chloracetanilid	» » »	$\begin{matrix} 6 \\ 58\cdot \\ +3 \end{matrix}$
Acet-p-toluidid	» » »	$\begin{matrix} 6 \\ 59\cdot \\ +3 \end{matrix}$

Wir sehen aus dieser Liste, daß bei der Substitution in der Reihe J, Br, Cl, CH_3 die rhombischen Komplexe mit Cl und CH_3 einander näher stehen (bei fast vollständig identischer Kombination), als der Komplex mit Cl und diejenigen mit Br und J, welche monoklin sind.

Bei solcher Sachlage würde es begreiflicher, daß sogar Dichlorbenzol keinen positiven Komplex bildet (sondern einen, wenn auch nicht sehr stark negativen).

Die anderen Verbindungen mit gleichen Radikalen wie p-Xylylenchlorid (und -bromid) mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6;\ 9\\ 63\\ +5\cdot\end{matrix}$, (bzw. $\left(\begin{matrix}6;\ -9\\ 64\\ +6\cdot\end{matrix}\right)$, p-Dichlordihydroterephtalsäuredimethylester $C_6H_4Cl_2(CO_2CH_3)_2$ mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6;\ 0\\ 73\cdot\\ -5\end{matrix}$, Tribromchlorchinon $C_6ClBr_3O_2$ mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6\\ 74\cdot\\ -4\cdot\end{matrix}$, Tetrachlor(trichlorbrom)chinon $C_6Cl_4(Cl_3Br)O_2$ mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6;\ -2\\ 80\\ -3\cdot\end{matrix}$ sind sämtlich stark bis extrem positiv. Unbegreiflich bleibt aber das Komplexsymbol $\begin{matrix}6\\ 79\\ -5\cdot\end{matrix}$ für p-Tolyltrimethylammoniumjodid, da hier die beiden Radikale einerseits CH_3 und anderseits $N(CH_3)_3J$ sind.

In den schwächer vertretenen Gliedern der Liste der hexaëdrischen Hauptstruktur sehen wir wieder dasjenige mit gleichen Radikalen, und zwar Tetraäthyl-p-phenylendiamin $C_6H_4[N(C_2H_5)_2]_2$ mit dem Komplexsymbol $\begin{matrix}6;\ -\frac{1}{2}\\ 79\cdot\\ 0\end{matrix}$ von einem sehr starken positiven Komplex vertreten; es bleibt aber wieder unbegreiflich die Zugehörigkeit des Kalium-p-toluolsulfonats mit den Radikalen CH_3 einerseits, SO_3K anderseits (die Verbindung ist aber noch mit Krystallisationswasser verbunden, und möglicherweise spielt es in diesem Falle eine große Rolle), und einem positiven Komplex mit dem Symbol $\begin{matrix}4h;\ -5\\ 69\cdot\\ -3\cdot\end{matrix}$.

Unter den Komplexen der oktaëdrischen Hauptstrukturart haben wir negative (jedenfalls aber nicht extreme) mit gleichen Radikalen, und zwar Tetrachlor(bis tetrabrom)hydrochinon $C_6Cl_4(OH_2)$ mit den beziehungsweisen Symbolen $\begin{matrix}4o;\ 13\\ 33\cdot\\ -5\end{matrix}$ und $\begin{matrix}4o;\ 1\cdot\\ 34\\ 5\cdot\end{matrix}$, während p-Phenylendiamin $C_6H_4(NH_2)_2$ sich schon durch das Symbol $\begin{matrix}4o;\ +6\\ 41\cdot\\ 7\end{matrix}$ ausdrücken läßt.

Hier fehlen natürlich die hochpositiven Glieder, aber es scheint sonderbar, daß dem Amylennitrol-α-Toluidinnitrosoderivat das Symbol $\begin{matrix}4o\\ 54\\ -1\end{matrix}$ zukommt, während die beiden Radikalen so sehr verschieden sind. Aber hier kann ganz natürlich angenommen werden, daß überhaupt dem zyklischen

Radikal C_6H_4 nur eine ganz untergeordnete Rolle zukommt und daß die Form hauptsächlich von den anderen Radikalen bestimmt worden ist.

Da die hochpositiven Komplexe noch unter denen der dodekaëdrischen Hauptstrukturart enthalten sind, so ist von diesem Standpunkte aus von besonderem Interesse, unter ihnen diejenigen mit gleichen Radikalen auszusuchen.

Man findet dann:

	M. d. Symbol:
2,5 Δ-Dihydroterephtalsäure $C_6H_4\left(<\begin{smallmatrix}H\\CO_2H\end{smallmatrix}\right)_2$	4d; —14 55 $-\frac{1}{2}$
p-Dichlorhydrochinon (OH, Cl, Cl, OH; Benzolring)	4d; $+\frac{1}{2}$ 62 6
p-Dinitrobenzol $C_6H_4(NO_2)_2$	4d; +2 63 —1
p-Dijodbenzol $C_6H_4J_2$	4d 64· 2
p-Dichlor(dibrom bzw. chlorbrom)benzol $C_6H_4Cl_2$	4d; —6· 67· —6
1,4 p-Δ-Dihydroterephtalsäuredimethylester $C_6H_6(CO_2CH_3)_2$ . . .	4d; —0 69· —7·
p-Dichlorterephtalsäurediäthylester $C_6H_2Cl_2(CO_2C_2H_5)_2$ . . .	4d; +1· 72 5·
Terephtalsäuredimethylester $C_6H_3(CO_2CH_3)_2$	4d 78 5

Man sieht, daß hier die negativen Komplexe überhaupt nicht vertreten sind; hauptsächlich sind aber stark positive Komplexe vertreten. Die Erwartung ist also in diesem Falle am besten verwirklicht und somit als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß, wenn in einfache zyklische Verbindungen zwei Radikale eingetreten sind, die analoge chemische Rolle dieser Radikale die Ausbildung stark positiver Komplexe begünstigt.

Bei den Verbindungen des Benzolkerns hat dies wenigstens für die Ortho- und besonders für die Para-Verbindungen statt.

Wenden wir uns der theoretischen Seite dieser Schlußfolgerung zu, so finden wir, daß es nötig ist, anzunehmen, daß die chemischen Radikale von analoger chemischer Rolle aufeinander eher abstoßend oder wenigstens

schwächer anziehend wirken, als dies für die ganz verschieden gebauten Radikale der Fall ist, als ob den Radikalen mit analoger chemischer Rolle dieselbe elektrische Erregung (natürlich von sehr verschiedenem Potential, je nach der Individualität des Radikales) zukommt, was mir übrigens sehr annehmbar scheint. Sind die Radikale identisch und kommt ihnen ein sehr hohes elektrisches Potential zu, so muß der Benzolring eine große Deformation im Sinne des Zuges erleiden; und dann erhalten wir anstatt der abgeplatteten Form des Ringes eine linear ausgezogene Form; dieser aber entsprechen hochpositive Komplexe.

Ich glaube, daß wenn wir sogar den Atomen die Veränderlichkeit der Form zugestehen müssen, so muß dies um so mehr für zyklische Radikale der Fall sein.

Von diesem Standpunkte aus würde es ebenso unkorrekt sein, zu behaupten, daß die zyklischen Verbindungen etwa Ringform besitzen, wie ihnen eine andere bestimmte Form zuzuschreiben. Die Form ist stets veränderlich und hängt von dem Einfluß der damit verbundenen Radikale ab.

Dies gilt schon für die chemischen Molekel. Was aber die Krystallmolekel anbetrifft, so wird das Resultat von der Verschiedenartigkeit des Verbandes der ersten miteinander komplizierteren abhängen, sodaß dasselbe nur auf statistischem Wege sich ermitteln läßt.

Zur relativen chemischen Charakteristik der hexagonaloiden und der tetragonaloiden Komplexe.

Über diese Verhältnisse habe ich nur sehr wenig mitzuteilen, und für dieses Mal kann ich mich nur mit der Anführung einer Liste begnügen, welche mir sehr lehrreich scheint.

Diese Liste kann einfach als Auszug des alphabetischen Verzeichnisses der in den Tabellen enthaltenen Substanzen gedeutet werden. Demgemäß führe ich diese Reihe in alphabetischer Anordnung an.

Dazu gehören folgende Substanzen:

Hexabromaceton $CBr_3.CO.CBr_3$	6; 3 75· +9·
Hexachlor(brom)äthan $C_2Cl(Br)_6$	6 61 +1

(Isomorph erscheinen noch symm. und asymm. Dibromtetrachloräthan.)

Hexachlor(brom)benzol $C_6Cl(Br)_6$	6; —1· 64 +4·
α-(Trans) Benzolhexachlorid (bromid) $C_6H_6Cl(Br)_6$	6; 3 64· —4

Hexacarbamidchromchloro-dichromat $[(CON_2H_4)_{12}Cr_2] < {(Cr_2O_7)_2 \atop Cl_2} \cdot 2\,H_2O$	6; —5· 38· $-\frac{1}{2}$
Hexacarbamidchromihexachloro-platinat $[Cr(CON_2H_4)_6]_2(PtCl_6)_3 \cdot 2H_2O$.	3 o 36° 7
Hexacarbamidchromioxalat $6\,CO(NH_2)_2(C_2O_4)_3Cr_2 \cdot 2\,H_2O$ . . .	6 42· +7
Hexacarbamidchromioxalat $6\,CO(NH_2)_2(C_2O_4)_3Cr_2 \cdot 14\frac{1}{2}\,H_2O$.	3 d; +2· 3· 57; —70 —6
Hexacarbamidchromnitrat	3 o; —4 41· +1
Hexacarbamidchromperjodid $(CON_2H_4)_6 \cdot CrJ_3 \cdot 3\,J_2$	6 33° 38
Hexacarbamidchromtribromid $[Cr(CON_2H_4)_6]Br_3 \cdot 3\,H_2O$ . . .	3 o 60° 34
Hexacarbamidchromtrichlorid $[Cr(CON_2H_4)_6]Cl_3 \cdot 3\,H_2O$ . . .	3 o 61° 37
Hexacarbamidchromtrijodid $[Cr(CON_2H_4)_6]J_3$	3 o 41° 38
Hexachlorketohydronaphtalin $C_6H_4 < {COCCl_2 \atop CCl_2\dot{C}Cl_2}$	6; 1· 35· +1
Hexachlor-β-ketohydronaphtalin $C_6H_4 < {CCl_2CO \atop CCl_2\dot{C}Cl_2}$	6 57 +3·
γ-γ-Hexachlorketo-r-penten ${CCl.\,CCl_2 \atop \ddot{C}Cl.\,CCl_2} > CO$ . . . . (u-γ-γ-Pentachlormonobromoketo-r-penten)	6; +1 68· —1
d-Hexachlorphenoldichlorid $C_6Cl_5(OCl)Cl_2$	6 26· +4·
β-Hexachlorphenoldichlorid $C_6Cl_5(OCl)Cl_2$ . . . . (β-Oktochlorcyclohexenon.)	6 75 —2
γ-Hexachlorphenoldichlorid $C_6Cl_5(OCl)Cl_2$	4 d; 9 53 —6
(cis)-Hexahydropthalsäure $C_6H_{10}\left(< {H \atop CO_2H}\right)_2$	6; —3· 1· 31 ; ? +3
Γ-(Trans)-Hexahydrophtalsäure $C_6H_{10}\left(< {H \atop CO_2H}\right)_2^{1,2}$	6; —8· 27· —4·

Hexahydroterephtalsäure	3h; +5 62 +2
Hexahydroterephtalsäurediphenylester	3o; +2 41· +5
Tribromhexahydroterephtalsäurelactonmethylester $(CO_2CH_3)H > C < CH.CHBr, CH_2CHBr > C < CO.O, Br$	6: 3 21 +7
Hexakaliumdiantimonoxalat $(C_2O_4)_6Sb_2K_6 . 9\,H_2O$	4o 42 4
Hexakaliumdiuranooxalat $(C_2O_4)_7U_2K_6 . 8\,H_2O$	6; —5 63 —2·
Hexamethylentetraminerbiumnitrat $2\,C_6N_4H_{12} . Er(NO_3)_2 . 10\,H_2O$.	4o; —7 47· 1
Hexamethylentetraminmagnesiumjodid $2\,C_6N_4H_{12} . MgJ_2 . 9\,H_2O$.	6; 0 66· $+\frac{1}{2}$
Hexamethylentetraminmagnesiumnitrat $2\,C_6N_4H_{12} . Mg(NO_3) . 10\,H_2O$	6; 0 66· $+\frac{1}{2}$
Hexamethylentetraminmangannitrat $2\,C_6N_4H_{12} . Mn(NO_3)_2 . 10\,H_2O$	6; 0 66· $+\frac{1}{2}$
Hexamethylentetraminmanganorhodanat $2\,C_6N_4H_{12} . Mn(CNS)_2 . 4\,H_2O$	4d 64°4
Hexamethylentetraminneodymnitrat $2\,C_6N_4H_{12} . Nd(NO_3)_3 . 8\,H_2O$.	6; +2· 38 —1·

Man sieht, daß in dieser längeren Liste die tetragonaloiden Komplexe nur ausnahmsweise vertreten sind; speziell aber in der Reihe der Hexacarbamidverbindungen erscheinen sie kein einziges Mal. Es ist kaum denkbar, daß diese Relation zufälliger Art ist. Ist sie aber nicht zufällig, so hätte man daraus die Schlußfolgerung zu ziehen, daß, wenn gleiche identische Radikale in der Anzahl 6 erscheinen, dieser Fall günstig für das Erscheinen eines hexagonaloiden Komplexes ist; die wirkliche Symmetrie erscheint aber dabei ausnahmsweise unter besonderen Verhältnissen, von welchen übrigens in dem ersten Teile dieser Arbeit die Rede war.

XXVII. Über Maucherit und Placodin.

Von **A. Rosati** in Rom[1]).

Im Zentralblatt f. Min. usw. 1913, 225 erschien eine vorläufige Notiz von F. Grünling über ein von W. Maucher entdecktes neues Mineral von Eisleben in Thüringen, das nach den folgenden Analysen von Friedrich (I) und Prandtl (II) im wesentlichen die Zusammensetzung Ni_3As_2 besitzt, welcher Formel die Werte 54,00 *Ni*, 46,00 *As* entsprechen:

I. 49,51 *Ni*, 0,93 *Co*, 45,66 *As*, Summe 96,10.

II. 52,71 *Ni*, 2,15 *Co*, 43,67 *As*, 0,17 *S*, 0,20 *Pb*, 0,40 *Fe*, 0,40 Gangart, Summe 99,70.

Der Maucherit, wie das Mineral von Grünling benannt wurde, hat nach Prandtl das spez. Gewicht 7,83. Seine Härte ist 5, seine Farbe im frischen Bruche rötlich silberweiß, nach einiger Zeit rötlichgrau bis graulich kupferrot. Die Krystallform konnte nicht festgestellt werden.

Im folgenden soll nun die ausführliche Untersuchung des Minerales auf Grund des früheren, sowie neuen von Herrn Maucher gelieferten Materiales gegeben werden, und zwar zunächst die Resultate der Krystallmessungen.

Tetragonal.

Die gewöhnliche Form der Krystalle sind die dünnen quadratischen Täfelchen nach $c(001)$ mit stark gestreiften Randflächen, welche meist zu quirlförmigen Viellingen verwachsen sind. Es gelang nur an wenigen Krystallen, einigermaßen brauchbare Messungen der Randflächen zu erhalten, und zwar konnten drei pyramidale Formen festgestellt werden, welche, bezogen auf die später zu besprechende Grundform, die Symbole $\{441\}$, $\{443\}$ und $\{223\}$ erhalten würden. Die quirlförmigen Verwachsungen der Täfelchen ließen durch Messungen der Kantenwinkel zwei Zwillingsgesetze erkennen, nämlich nach je einer Pyramidenfläche, welche mit $c(001)$ 57° ca. bzw. $64\frac{3}{4}$° ca. (berechnet: 57° 56′ bzw. 63° $48\frac{1}{2}$′) bildet, entsprechend den Sym-

1) Die Untersuchung wurde im Laboratorium der Kgl. bayer. Sammlung d. St. in München, in welcher die beschriebenen Belegstücke aufbewahrt sind, ausgeführt.

bolen (111) bzw. (443) für die Zwillingsebene; das letztere Gesetz scheint das häufigere zu sein.

Neuerdings fand Herr Maucher in seinem Vorrat des Minerales einige Stücke mit einfachen Krystallen eines ganz anderen Typus, nämlich sehr spitze tetragonale Bipyramiden mit ganz zurücktretenden oder ohne Flächen von $c(001)$; diese zeigten zwar auch horizontale Streifung, gestatteten aber doch bessere Messungen als die tafelförmigen. Die Resultate der Messungen an sechs Krystallen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und die an zwei tafeligen Krystallen erhaltenen sind in Paranthese beigefügt.

Bezogen auf das Axenverhältnis

$$a : c = 1 : 1,0780$$

wurden folgende Formen beobachtet: $h\{331\}$ an allen Krystallen, mit Ausnahme eines einzigen, die vorherrschende Form, $c\{001\}$ an vier Krystallen stets untergeordnet, $l\{221\}$, $g\{522\}$, $b\{441\}$ und $q\{661\}$ nur je an einem Krystall.

	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Mittel:	Berechnet:
$t : c = (223) : (001)$	1	—	(46° 47′)	45° 28′
$v : c = (443) : (001)$	2	(64° 12′—65° 14′)	(64 43)	63 48½
$l : c = (221) : (001)$	1	—	72 35	71 50½
$g : c = (552) : (001)$	3	74 24 —75 34	75 9	75 18
$h : c = (331) : (001)$	10	77 12 —78 1	*77 40	—
$b : c = (441) : (001)$	2	81 0 —81 3	81 1½	80 41
		(81 14 —81 30)	(81 22)	
$q : c = (661) : (001)$	2	82 56 —84 15	83 35	83 45½
$h : h = (331) : (3\bar{3}1)$	5	87 5 —87 56	87 21	87 23½

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Vergleichung mit Placodin (Nickelspeise).

Bekanntlich hat Breithaupt 1841 ein vermeintliches Mineral als »Placodin« beschrieben, welches sich durch spätere Untersuchungen, besonders von G. Rose, als Nickelspeise und ungefähr nach der Formel Ni_3As_2 zusammengesetzt erwies. Eine eingehendere krystallographische Untersuchung der Nickelspeise wurde von Braun[1]) mitgeteilt. Darnach krystallisiert die Substanz tetragonal mit dem Axenverhältnis $a : c = 1 : 1,125$ und zeigt folgende, bereits von Rose und Breithaupt angegebene Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $l\{221\}$, $t\{223\}$, $v\{443\}$, ferner von Braun zuerst beobachtet: $p\{445\}$, $x\{11.11.12\}$, $i\{887\}$. Das spez. Gewicht der Krystalle gibt Braun zu 7,694 an, während Breithaupt 7,988—8,026 gefunden hatte.

1) Diese Zeitschr. 1879, **3**, 421.

Da sich in der Sammlung des mineralogischen Institutes in München eine Anzahl gut ausgebildeter Krystalle von Nickelspeise vorfand, unterzog ich diese einer krystallographischen Untersuchung. Es wurden auch hier sechs, gut spiegelnde Krystalle von einigen Millimetern Dicke gemessen, welche teils durch Vorherrschen von $c\{001\}$ dicktafelig, teils durch größere Ausbildung von $o\{111\}$ oder $t\{223\}$ bipyramidal ausgebildet waren. An diesen wurden folgende Formen beobachtet: $c\{001\}$ an allen Krystallen, $o\{111\}$ ebenfalls mit einer Ausnahme, $t\{223\}$ an vier Krystallen, $g\{552\}$ an dreien, $v\{443\}$, $p\{445\}$ und $b\{441\}$ miteinander kombiniert an zwei Krystallen, ebenso $l\{221\}$ zweimal, endlich $d\{554\}$, $e\{553\}$ und $h\{331\}$ je einmal.

Die Messungen ergaben: $a:c = 1:1,1185$.

	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Mittel:	Berechnet:
$t:c = (223):(001)$	4	46° 24'—46° 52'	46° 33'	46° 31'
$p:c = (445):(001)$	2	51 45 —51 54	51 49	51 41
$o:c = (111):(001)$	21	57 7 —58 54	*57 42	—
$d:c = (554):(001)$	1	—	62 42	63 11
$v:c = (443):(001)$	4	64 3 —65 0	64 24	64 38
$e:c = (553):(001)$	1	—	69 52	69 14
$l:c = (221):(001)$	2	72 54 —72 54	72 54	72 27½
$g:c = (552):(001)$	4	74 32 —74 56	74 53	75 48½
$h:c = (331):(001)$	1	—	77 48	78 6
$b:c = (441):(001)$	3	80 46 —81 18	80 57	81 1
$q:c = (661):(001)$	—	—	—	83 59
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	3	73 15 —73 31	73 21	73 24

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Farbe grau mit einem Stich ins Rötliche. Starker Metallglanz. Vergleicht man nun diese Resultate mit denen, welche am Maucherit erhalten wurden, so ergibt sich, daß außer $c\{001\}$ folgende Formen an den beiden Arten von Krystallen nachgewiesen wurden, für welche die Mittelwerte der Messungen ihrer Winkel zur Basis beigefügt sind:

	Maucherit:	Nickelspeise:
$t\{223\}:c\{001\}$	46° 47'	46° 33'
$v\{443\}:c\{001\}$	64 43	64 4
$l\{221\}:c\{001\}$	72 35	72 54
$g\{552\}:c\{001\}$	75 9	74 53
$h\{331\}:c\{001\}$	77 40	77 48
$b\{441\}:c\{001\}$	81 1½	80 57

Hiernach und nach der Übereinstimmung der physikalischen Eigenschaften kann wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß wir es in beiden Fällen mit der gleichen Substanz zu tun haben und daß im Maucherit das erste natürliche Vorkommen der Verbindung Ni_3As_2 vorliegt, welche

als metallurgisches Produkt in der sogen. Nickelspeise längst bekannt war. Es wurden deshalb im Vorhergehenden sämtliche beobachteten Formen auf eine Grundform, die von Braun gewählte, bezogen. Welches der beiden Axenverhältnisse dieser Form, das aus den Messungen der natürlichen Krystalle berechnete oder das für die Formen der Nickelspeise gefundene, das genauere ist, würde nur durch die Messung von Krystallen entschieden werden können, deren Pyramidenflächen frei von Streifung und Vizinalbildung sind, welche daher genauere Messungen gestatten, als die bisher zur Verfügung stehenden.

Paragenesis des Maucherit.

Das Vorkommen des Minerales gehört den bekannten Kobaltrücken des Kupferschiefers an, das sind Gänge von kurzer Erstreckung im Streichen und Fallen, einige Millimeter bis etwa 20 cm mächtig. Die älteste Bildung ist eine direkt auf dem Schiefer aufsitzende Kruste, bestehend aus dünnen spießigen Krystallen von Nickelin, eine an diesem Mineral noch nicht beobachtete Ausbildung, von welcher weiter unten die Rede sein wird. Auf dieser sitzt der ältere Calcit, zum Teil in ziemlich großen Skalenoëdern $\{20\bar{1}\}$ und auf diesem der Maucherit, meist in derben, undeutlich stängeligen oder zelligen Massen die Zwischenräume zwischen den Calcitkrystallen ausfüllend. Während der Bildung des Maucherit begann diejenige des rötlichen Baryt, welcher sich auf den Kanten der freisitzenden Maucheritkrystalle in rektangulären Tafeln und blättrigen Aggregaten absetzte. Auf diesen folgte, zum Teil noch während der letzten Phase der Barytbildung, die Ausscheidung der Hauptmasse des Nickelins, derb, stängelig und in Krystallen; letztere zeigen die gewöhnlichere Form dieses Minerales, ziemlich flache hexagonale Pyramiden mit Basis. Fast gleichzeitig mit dem Nickelin wird nun zum zweiten Male Baryt und nach diesem spätiger, ebenfalls rötlich gefärbter Calcit abgesetzt, zuletzt endlich Anhydrit in grobkrystallinischen, krummblätterigen Aggregaten von rötlicher Farbe, stellenweise in Gyps umgewandelt. Die Gänge sind fast immer vollständig geschlossen, sodaß die Krystalle der Erze erst nach dem Auflösen des Calcits mit Salzsäure und Ausstechen des Baryts und Anhydrits sichtbar werden.

Ungefähr gleichalterig mit dem Maucherit wurde an einem Stück ein derbes graues Erz, vielleicht Rammelsbergit, beobachtet. Ebenfalls selten st das Vorkommen matter Wismutkrystalle, auf Maucherit aufsitzend, und dasjenige eines undeutlich krystallisierten Erzes, nach dem Lötrohrverhalten wahrscheinlich Chloanthit; endlich sitzen auf dem Baryt zuweilen zarte Krystallbündel von Manganit.

Neuer Typus des Nickelin.

Die oben erwähnten spießigen Kryställchen sind meistens nur einige Millimeter lang und nur einen Bruchteil eines Millimeters dick, trotzdem

gelang es, einige approximative Winkel derselben zu messen und festzustellen, daß sie durch die Kombination des hexagonalen Prismas 1. Art $m\{10\bar{1}0\}$ mit den horizontal gestreiften Flächen des Prismas 2. Art $g\{11\bar{2}0\}$ und zwei spitzen hexagonalen Pyramiden, wahrscheinlich $y\{20\bar{2}1\}$ und $z\{80\bar{8}3\}$, gebildet wurden. Bezogen auf das Axenverhältnis von Breithaupt $(a:c = 1:0{,}8194)$ ergab sich[1]):

	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Mittel:	Berechnet:
$l:m = (20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$	2	28° 46′—29° 16′	29° 1′	27° 51′
$l:l\ = (20\bar{2}1):(02\bar{2}1)$	2	51 11 —51 40	51 25½	52 18
$p:m = (80\bar{8}3):(10\bar{1}0)$	2	21 0 —21 41	21 20½	21 37

Ein einzelner, etwas größerer Krystall, welcher auf einem Gangstück vom Hohenthal-Schachte bei Eisleben aufgewachsen ist, das die mineralogische Staatssammlung in München vor einigen Jahren von Herrn Zeiske erhielt, zeigt sehr deutlich die Kombination der beiden hexagonalen Prismen mit einer sehr spitzen Pyramide, deren horizontale Knickung in der Nähe der Prismenflächen das Vorhandensein einer zweiten, noch steileren, andeutet.

Herrn Geheimrat Prof. P. v. Groth möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank für das Interesse an der vorliegenden Arbeit aussprechen; desgleichen auch Herrn Dipl.-Ing. Maucher für die freundliche Überlassung des Materiales.

1) An einem neuen Vorkommen des Nickelin von »Mansfeld« bestimmte Sachs (s. diese Zeitschr. **40**, 648) eine große Reihe von Pyramiden, welche aber sämtlich von den hier beobachteten verschieden sind.

XXVIII. Über Pseudomorphosen von Polianit nach Manganit und über Polianitzwillinge.

Von

A. Rosati in Rom und **H. Steinmetz** in München.

(Mit 2 Textfiguren.)

Die von Platten im Erzgebirge stammenden Stücke zeigen Prismen, die ursprünglich aus Manganit bestanden, von etwa 5—6 mm Höhe und 2—3 mm Flächenbreite. Der mit dem Anlegegoniometer gemessene Prismenwinkel beträgt ungefähr 80°. Die meist hohlen Prismen sind in eine fast homogen spaltende Masse von stark glänzendem, graulichweißen Polianit umgewandelt: die Außenseiten wie auch die inneren Hohlräume sind bedeckt mit sehr kleinen Polianitkryställchen von gleicher, mit der Spaltbarkeit übereinstimmender Orientierung. Der Winkel zweier Flächen des Spaltungsprismas betrug im Mittel von sechs Messungen 89° 55′.

Die Polianitkryställchen auf der Oberfläche der pseudomorphosierten Manganitprismen sind miteinander skelettartig verwachsen; die größten Einzelindividuen messen etwa 0,5 mm in der Richtung der c-Axe und zeigen folgende Kombination: $s\{111\}$, $e\{101\}$, $n\{221\}$, $m\{110\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$.

Die Flächen von s sind am besten entwickelt, mit teilweise sehr glänzenden Flächen; die Polkanten sind durch die streifenartig ausgebildete Form e abgestumpft bzw. abgerundet; verhältnismäßig gut sind manchmal die kleinen Flächen von n; m ist außer als Spaltfläche immer sehr klein ausgebildet; a kommt selten und immer mit kleinen Hügeln und Unebenheiten bedeckt vor; die Basis c ist durch eine Region rundlicher, sehr stumpfer und ineinander übergehender Vizinalpyramiden ersetzt. Die Reflexe waren auch bei den gut glänzenden Flächen nicht sehr gut, da der Parallelismus der vielen kleinen Krystalle eben doch kein absoluter ist; c und a gaben keine Reflexe.

$$a : c = 1 : 0,6621.$$

		Berechnet:	Gemessen:	Grenzwerte:		Anzahl:	Dana u. Penfield:
$s:m =$	$(111):(110) =$	—	*46°53′	45°49′—	47°34′	11	46°05′
$s:s$	$(111):(1\bar{1}1)$	57°48′	57 46½	56 28	58 17	11	*57 56
$n:m$	$(221):(110)$	28 06	29 43	28 03	30 12	8	—
$n:n$	$(221):(2\bar{2}1)$	77 04	77 10	—	—	1	—

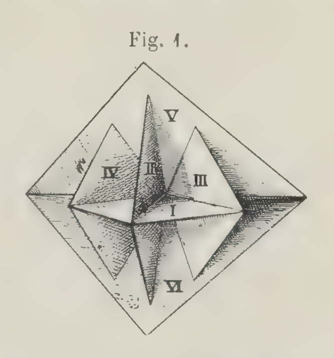
Zur Form $\{221\}$ ist zu bemerken, daß die Mehrzahl der gemessenen Werte von $n:m$ zwischen 29° und 30° liegen, was auf eine häufige Ersetzung von $\{221\}$ durch eine vizinale Form, etwa $\{15.15.8\}$ mit dem Winkel zu $m = 29°40'$ deuten dürfte.

Die tetragonale Symmetrie des Polianits wird durch die Messungen, zumal die des Spaltungswinkels, bestätigt. Der abgeleitete Wert für die c-Axe dürfte der Wahrheit etwas näher kommen, als der von Dana und Penfield[1]) angegebene, da er aus der Messung eines Winkels zur Hauptaxe abgeleitet ist. Die von den genannten Autoren beschriebenen Polianitkrystalle waren im Gegensatz zu den vorliegenden kurzprismatisch statt bipyramidal und zeigten noch die Formen $g\{201\}$, $h\{120\}$ und $z\{321\}$.

Als Pseudomorphosen sind die Krystalle von Platten deswegen interessant, weil die Umwandlung des Manganits in Polianit sehr regelmäßig und struktureinheitlich vor sich gegangen ist; die eine Spaltfläche der Polianitsubstanz ist einer der ursprünglichen Manganitprismenflächen parallel.

Bemerkenswert sind eigentümliche Zwillingsverwachsungen tafeliger Polianitkryställchen, die sich an einem Stücke vom gleichen Fundorte finden. Es sind etwa 20 rosettenartige Anhäufungen von 1—2 mm Höhe in einer Druse vereinigt und aufgewachsen auf grobspaltigem Polianitaggregat, ohne daß aber eine bestimmte Beziehung in der Orientierung der Zwillingsrosetten mit der Spaltbarkeit ihrer Unterlage festzustellen wäre. Die Rosetten sind aus einer großen Anzahl sehr dünner Polianittäfelchen zusammengesetzt; sie sind vorwiegend nach der nicht spiegelnden Basis ausgebildet und zeigen am Rande rundliche Flächen von s. Mit direkter Messung ist bei dem mangelhaften Ausbildungszustande nicht viel zu erreichen; die Orientierung wird am besten durch Beobachtung der Spaltbarkeit festgestellt und die Stellung der Täfelchen zueinander unter dem Mikroskop durch Bestimmung des ebenen Winkels der Projektion der Täfelchen bestimmt. Die Art der Verwachsung läßt sich am einfachsten an der Abbildung eines Papiermodelles übersehen; die Ebenen I—VI bedeuten die Stellungen der Basisflächen der verschiedenen Krystalle, begrenzt von den Basiskanten der

Fig. 1.

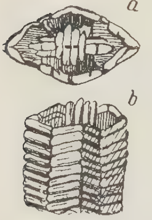


1) Diese Zeitschr. 1888, **14**, 166.

Pyramiden 1. Stellung. Nimmt man Krystall I als horizontal gestellt an, so wird er von II derart durchkreuzt, daß $\{010\}_{II}$ parallel $\{001\}_{I}$ liegt. Die Bildung dieses Zwillings würde auf 22′ genau auch erreicht werden durch die Annahme eines Durchkreuzungszwillings nach {032}. Krystall III ist zu Krystall I so gestellt, daß $\{001\}_{III}$ parallel $\{1\bar{1}0\}_{I}$ ist, ebenso $\{001\}_{IV}$ parallel $\{110\}_{I}$. III und IV befinden sich untereinander in demselben Verhältnis wie I und II. Bei V und VI endlich würde je eine Fläche von {301} parallel $\{001\}_{I}$ stehen, während V und VI untereinander symmetrisch zu derselben Fläche {301} verwachsen sind. Alle 3 Paare von Zwillingen haben 3 Zwillingsaxen gemeinsam, und zwar die Richtungen der Schnittlinien von I und II, III und IV, V und VI. Die von I und II, V und VI sind an dem Modelle wirklich realisiert.

An den natürlichen Krystallen wiederholen sich die Individuen I und II einige Male in paralleler Stellung, III—IV und V—VI dagegen so häufig, daß das ganze Gebilde ein kleines, in der Schnittrichtung I—II verlängertes Scheinprisma bildet. In Fig. 2*a* (von oben) und 2*b* (von der Seite gesehen) sind diese Gebilde nach einer Skizze von Hrn. Dipl.-Ing. Maucher in München, welcher uns auf diese merkwürdigen Verwachsungen aufmerksam machte und dieselben zur Untersuchung an die mineralogische Sammlung in München lieferte, dargestellt. Das Wachstum der Krystalle parallel V und III, bzw. VI und III, und an den analogen Stellen auf der anderen Seite hört meistens an der Berührungslinie auf; hierdurch entstehen stumpfe Kanten, in Fig. 2*b* die zweite und vierte vertikale; doch finden sich auch einige vollständige Durchkreuzungen. Für die Zwillingspaare I und II, III und IV ergaben sich unter dem Mikroskop Winkel von sehr nahe an 90°, für V—VI im Mittel 126°, während $126\frac{1}{2}°$ der dem Gesetz nach {301} entsprechende Wert ist.

Fig. 2.



{301} findet sich als Zwillingsebene beim Rutil und Kassiterit wieder; {032} bzw. {302} ist dagegen bei keinem Mineral dieser isomorphen Gruppe bekannt. Die Zwillingsbildungen darnach würden im kubischen System den Rhombendodekaëderflächen entsprechen. Hierdurch ist eine gewisse pseudokubische Struktur des Polianits angedeutet.

XXIX. Über ein Demonstrationsmikroskop für den mineralogischen und petrographischen Unterricht.

Von

Erich Kaiser in Gießen.

(Mit 1 Textfigur.)

Fast in allen Vorlesungen über Mineralogie und Petrographie bedient man sich jetzt der Projektion auch mikroskopischer Präparate mit Hilfe eines Polarisationsmikroskopes, um gleichzeitig einem größeren Kreise von Zuhörern Erläuterungen an einem einzelnen Präparate oder Krystalle geben zu können. Das Verständnis für mineralogische und petrographische Fragen ist durch die Einführung dieser Methodik sicher für einen großen Teil der Zuhörer sehr gefördert worden. Die subjektive Beobachtung des einzelnen Zuhörers leidet aber zweifellos durch die reichliche Vorführung aller möglichen Präparate im Projektionsapparate. Der einzelne hat zudem bei der Vorführung im Projektionsapparate nicht Zeit, um die Präparate ausreichend studieren zu können; es fehlt für diesen und jenen Zuhörer auch die genügend oft erfolgende Vergleichung der verschiedenen Präparate miteinander. Auch scheint mir die gewöhnlich angewandte Methodik nicht genügend rasche Vergleichung bei der Demonstration zuzulassen. Stellt man des weiteren, wie jetzt zumeist, einige Mikroskope auf, die das sonst in der Vorlesung Besprochene oder auch das im Projektionsapparate Vorgeführte zeigen, so kann man wohl erreichen, daß ein kleiner Kreis von Zuhörern die vorgelegten Präparate auch studiert und vergleicht. Die Aufstellung vieler Mikroskope auch für einen größeren Kreis von Zuhörern hätte vielleicht zu dem gewünschten Ziele führen können. Aber bei der relativ geringen Zahl von Mikroskopen, die mir zur Verfügung steht, mußten diese bald nach der Vorlesung wieder zu anderen Arbeiten benutzbar sein. Eine größere Zahl von Zuhörern hätte dann nicht genügend Zeit gehabt, die Präparate zu studieren, oder die Mikroskope wären zu den weitergehenden

Zwecken nicht zur richtigen Zeit zur Hand gewesen. Ich glaube, daß ähnliche Verhältnisse bei der steigenden Frequenz auch in anderen Instituten vorliegen.

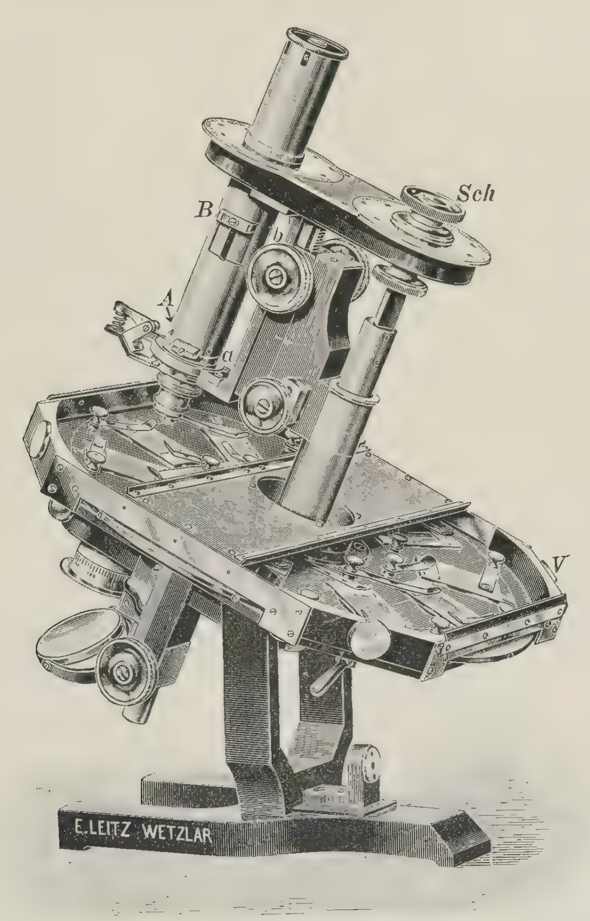
Die angedeuteten Umstände führten mich schon vor längerer Zeit zu einer besonderen Lösung. Statt zahlreiche Mikroskope, die täglich hätten fortgenommen und am folgenden Tage wieder neu hätten aufgestellt werden müssen, schien es mir zweckmäßiger, neben wenigen Mikroskopen der gewöhnlichen Konstruktion ein besonderes Mikroskop aufzustellen, das dem Beobachter gestattet, mehrere Präparate in beliebiger, rascher oder langsamer Folge hintereinander zu betrachten. M. Schwarzmann[1]) hat schon früher eine Beschreibung von Sammlungsmikroskopen gegeben, die einem Teile der von mir ausgesprochenen Wünsche entsprechen würden. Verschiedene Übelstände, vor allem die beschränkte Drehung des Tisches bei der beschriebenen Einrichtung, ließen mich davon absehen, ein Mikroskop nach den Schwarzmann'schen Angaben herstellen zu lassen. Gerade bei der Niederschrift dieser Mitteilung erscheint auch eine kurze Notiz von C. Leiß[2]) über ein mineralogisches Demonstrationsmikroskop. Dieses weist schon einige Ähnlichkeit mit dem im folgenden beschriebenen Instrumente auf, das aber immer noch gegenüber dem von C. Leiß beschriebenen Instrumente viele Vorteile bietet. Die erste Konstruktion, die ich anwandte, wird, wie ich aus Anlaß der Leiß'schen Mitteilung ganz besonders betone, schon seit dem Wintersemester 1910/11 regelmäßig von mir in Vorlesungen und Übungen benutzt.

Die Firma E. Leitz in Wetzlar führte, meiner Anregung folgend, das Instrument aus, das hier abgebildet und beschrieben werden soll. Der beigegebenen Figur braucht über die Einrichtung des Instrumentes nicht viel beigefügt zu werden. Ein umlegbares Stativ hat an Stelle eines gewöhnlichen Tisches eine große runde Platte, durch deren Mitte das Stativ hindurchgeht. Die runde Platte ist montiert in einem viereckigen Rahmen mit abgeschrägten Ecken. Die Platte ist innerhalb des Rahmens drehbar um die Achse des Stativs, steht aber zum Teil aus dem Rahmen heraus (in der Figur z. B. rechts unten zu sehen), sodaß sie leicht mit der Hand gedreht werden kann. Die Platte hat 10 verschiedene Öffnungen in einem, dem Strahlengange entsprechenden Abstande von dem Mittelpunkte der Platte. 10 verschiedene Präparate können mit Klammern, die an verschiedenen Stellen einzustecken sind, befestigt werden. Beim Drehen der großen Tischplatte wird die Lage des einzelnen Präparates für die Beobachtung durch eine Einschnappvorrichtung festgelegt. Eine Numerierung

[1]) M. Schwarzmann, Sammlungsmikroskope f. Mineraliensammlungen. Centralblatt f. Mineralogie 1907, 615—624.

[2]) C. Leiß, Demonstrationsmikroskop mit Tischrevolver. Centralblatt f. Mineralogie 1913, 558—560 (Heft vom 1. September 1913).

über jeder einzelnen Durchbohrung der Platte bezeichnet näher das gerade zur Beobachtung stehende Präparat. Die Zahlen 2 links oben, 10 rechts oben und 7 rechts unten auf der abgebildeten Platte deuten auf der Figur diese Numerierung an. (Präparat 1 gelangt bei der Stellung des Mikroskops in der Abbildung gerade zur Beobachtung.) Bei der Drehung der großen Platte wandert aber noch ein weiterer Teil des Präparates durch das Gesichts-



feld, außer dem beim Einschnappen der Einstellvorrichtung auf der Platte sichtbaren. Die Instrumente werden zudem noch mit einer besonderen optischen Ausrüstung für großes Sehfeld ausgestattet, sodaß es bei schwachen Vergrößerungen möglich ist, den größten Teil der Präparate gewöhnlicher Größe am Lichtschirm vorzuführen, wie subjektiv zu betrachten.

Die auf der Platte befestigten Präparate werden nun gegen unbefugte Berührung und Verschiebung dadurch geschützt, daß die Platte durch Glasscheiben überdeckt wird, die einerseits den vor, anderseits den hinter dem

Stativ befindlichen Teil abschließen. Sie sind bei der photographischen Aufnahme zur Abbildung fortgenommen, weil sie sonst durch unangenehme Reflexe die Figur beeinträchtigt hätten. Die Platten werden von rechts hineingeschoben. Damit sie nun nicht wieder von unbefugter Hand entfernt werden können, sind zwei Schrauben (*V* in der Figur für die hintere Platte) angebracht, die mit einem besonderen, beigegebenen Schlüssel die Glasplatte durch einfache Umdrehung abzuschließen gestatten. Die vor dem Stativ befindliche Glasplatte ist selbstverständlich, dem Strahlengange entsprechend, durchlocht.

Da nun bei dieser Einrichtung das Präparat nicht drehbar ist, mußte die Polarisationseinrichtung drehbar gemacht werden. Nach einem anderen nicht so vollkommenen Versuche hat die Firma Leitz jetzt an dem Instrumente eine besondere, gleichzeitige Drehung der gesamten Polarisationseinrichtung ermöglicht, die näher beschrieben werden soll. Der Tubus liegt, im Gegensatze zu den gewöhnlichen Mikroskopen, der Zahnstange des Mikroskoptubus nicht seiner ganzen Länge nach an, sondern ist nur oben und unten durch je ein Querstück mit ihr verbunden, sodaß ein größerer Zwischenraum (a—b in der Figur) zwischen dem größten Teile des Tubus und dem Oberteile des Statives bleibt. Der Tubus selbst ist innerhalb dieser Querstücke drehbar. Der Innenanalysator A und die Bertrand'sche Linse B sind in dem Tubus ein- und ausschaltbar. Der Zwischenraum (a—b) zwischen Tubus und Oberteil des Mikroskopes ermöglicht nun, bei jeder Stellung des drehbaren Tubus sowohl den Analysator wie die Bertrand'sche Linse auszuschalten. Damit ist nun auch ein Vorzug gegenüber allen den Mikroskopkonstruktionen geschaffen, die neuerdings ebenfalls eine drehbare Polarisationseinrichtung mit Innenanalysator herbeiführten. Der Tubus ist zwischen Bertrand-scher Linse und Okular mit einer größeren Zahnscheibe fest verbunden. Diese greift in eine zweite Zahnscheibe ein, die um die Axe des Statives durch die Schraube *Sch* drehbar ist. Besondere Zwischenstücke zwischen den Zahnscheiben sorgen für Vermeidung des »toten Ganges«, der bei derartigen Übertragungen meist vorhanden ist. Durch eine Durchbohrung der Axe des Statives steht die Schraube *Sch* auch mit einer zweiten Zahnradvorrichtung in Verbindung, die der oberen ähnlich ausgebildet ist, und eine gleichzeitige Drehung des Polarisators zusammen mit dem Tubus ermöglicht. Andere Konstruktionen mit drehbarem Innenanalysator lassen entweder nur eine Drehung um $\frac{2}{3}$ des Umfanges zu oder gestatten ein Ein- und Ausschieben von Analysator oder Bertrand'scher Linse nur bei ganz bestimmten Stellungen.

Die gemeinsame, synchrone Drehung der gesamten Polarisationseinrichtung bietet eine wesentliche Schwierigkeit, auf die ich hinweisen muß. Die synchrone Drehung von Polarisator und Analysator bewirkt bei den jetzt

üblichen Konstruktionen der Polarisationsprismen ein geringes Schlagen des Bildes, das namentlich bei der Projektion unangenehm auffällt, während sie bei der subjektiven Betrachtung kaum stört. Man projiziert deshalb am besten nicht mit dem Innenanalysator, sondern mit einem auf das Okular aufsetzbaren Analysator, der in eine bestimmte Feder einzusetzen ist und sich mit dem Tubus zusammen drehen läßt. Für die subjektive Betrachtung ist der Innenanalysator (*A* in der Figur) geeigneter.

Die Drehung der Polarisationsvorrichtung bietet für den Anfänger gegenüber der Drehung des Präparates mancherlei Schwierigkeiten, von denen ein Teil aber nur darauf beruht, daß wir heutzutage viel zu sehr an die Drehung nur des Präparates gewohnt sind, während doch gerade die Drehung der gesamten Polarisationsvorrichtung in sehr vielen Fällen zweckmäßiger ist. Aber auch für den Anfängerunterricht bieten sich bei der beschriebenen Einrichtung mancherlei Vorteile. Um einem Teile der Schwierigkeiten zu begegnen, können die dem Instrumente beizugebenden Okulare mit einem Fadenkreuze versehen werden, an dem der eine Faden sich deutlich von dem anderen abhebt.

Um nun anderseits den Studierenden an die Benutzung des Instrumentes zu gewöhnen, muß von Zeit zu Zeit, anstatt mit einem Mikroskope nur mit drehbarem Tische, mit einem Mikroskope projiziert werden, das, wie dieses, eine Drehung der Polarisationseinrichtung zuläßt. Das vorliegende Instrument ist nun so eingerichtet, daß das Mikroskop direkt, ohne Veränderung, auch für die Mikroprojektion benutzt werden kann. Es ist auf dem großen und starken Fuße so umlegbar, daß es direkt auf einen Tisch des Projektionsapparates aufgesetzt werden kann. Es kann bei horizontaler Lage des Tubus projiziert werden. Als Anschlag für die richtige Lage beim Umlegen des Tubus dient die kleine Nase unten am Fuße. Selbstverständlich wird man unter Umständen auch mit Hilfe des Spiegels und eines totalreflektierenden Prismas über dem Okular projizieren, z. B. wenn man verschiedene flüssige Präparate miteinander vergleichen will, wie mikrochemische Fällungen und dergleichen. Durch die Möglichkeit, dasselbe Instrument auch für die Projektion benutzen zu können, gewinnt man mancherlei Vorteile für den Unterricht in Vorlesungen und Übungen. Man kann so in der Projektion in rascher und langsamer Folge und mit beliebigen, aber rasch zu ermöglichenden Wiederholungen, die in Frage stehenden Präparate, die man in Ruhe vor der Demonstration hatte einstellen können[1]), vorführen und besprechen und dann nachher zur subjektiven Betrachtung, ohne Veränderung der Einstellung und ohne viele Handgriffe[2]), für sämtliche Zu-

1) Ein Aufsuchen einer bestimmten Stelle beim Wechseln der Präparate, wie es bei der gewöhnlichen Mikroprojektion unausbleiblich ist, fällt weg.

2) Es empfiehlt sich nur, den Polarisator für die Projektion und die subjektive Beobachtung zu wechseln. Für die Projektion ist dem Instrumente der von der Firma

hörer aufstellen. Die Wiederholung, die nach einem alten Grundsatze notwendig ist, aber ja in der Vorlesung nicht gegeben werden kann, ist dann jedem Teilnehmer ermöglicht. Die einmal aufgesuchten, aufgestellten und gegen Verschiebung auf dem Tische und gegen Zertrümmerung geschützten zehn Präparate können von jedem Zuhörer näher studiert, verglichen, eventuell skizziert, doch auf jeden Fall in der ausgiebigsten Weise an dem einen Instrumente benutzt werden. Zu diesem Zwecke werden bei meinen Vorlesungen sowohl mineralogische wie petrographische Präparate, vor wie nach (oder vor und nach) der Vorführung am Lichtschirm, längere Zeit, oft mehrere Tage ausgestellt, auch während der Übungsstunden, oder sonst zu Zeiten, in denen eine Benutzung der Präparate erwünscht ist. Hinzugefügt wird meist eine kurze Beschreibung der ausgestellten Präparate. Die Zahl von zehn Präparaten ermöglicht fast immer, eine ausreichende Übersicht auch über ein größeres Kapital zu geben, besonders wenn man noch nebenher das eine oder andere gewöhnliche Mikroskop aufstellt. Die Verwendungsmöglichkeit ist dabei eine vielfache, sowohl im mineralogischen und petrographischen Unterrichte, wie auch bei der Vergleichung von geologischen und paläontologischen Präparaten.

Da nun Anfänger erfahrungsgemäß leicht die Präparate bei aufgestellten Mikroskopen verschieben, so war der Verschluß durch die Glasplatten unbedingt vorteilhaft. Anderseits werden viele Präparate erfahrungsgemäß bei der Einstellung zerdrückt. Deshalb ist an diesem Demonstrationsmikroskop eine Anschlagvorrichtung angebracht (in der Figur nicht sichtbar, auf der rechten Seite des Statives angebracht). Sie kann mit demselben Schlüssel, der auch den Verschluß der Glasplatten an dem großen Tische besorgt, festgestellt werden, sodaß dann der Tubus mit dem Objektiv nicht weiter nach unten bewegt werden kann. Eine Zertrümmerung der Präparate ist dann, wenn man selbst diese Sperre, dem gewählten Objektive entsprechend, richtig eingestellt hatte, ausgeschlossen.

Dieses Demonstrationsmikroskop ist auch geeignet zur Betrachtung im sogenannten konvergenten Lichte. Dazu ist ein einklappbarer Kondensor am Beleuchtungsapparat angebracht und außerdem eine verschiebbare Bertrandsche Linse *B*. Wegen der größeren Dicke der Tischplatte ist der zweite Kondensor mit einer Feder versehen, die den Kondensor in die betreffende

---

Leitz speziell für die Mikroprojektion angefertigte Glan-Luft-Nikol (mit austretendem Strahl; vgl. den Auszug der Mitteilung von Ignatowsky, diese Zeitschr. **53**, 309) zugefügt. Für die subjektive Beobachtung dient ein Prisma nach Glan-Thompson von größerem Polarisationswinkel. Zum Schutze des Polarisators bei der Projektion ist zudem noch ein mit Asbest belegter Ring beigegeben, der auf der Schiene befestigt werden kann, die den Beleuchtungsspiegel trägt. Dieser Ring ist so zu stellen, daß er das überflüssige Licht ablenkt und damit eine übermäßige Erhitzung der Polarisatorfassung verhindert.

Öffnung der großen Tischplatte hineindrückt. Wird die große Platte gedreht, so wird der Kondensor von der Platte selbst nach unten geschoben, tritt aber nachher wieder in die für ihn bestimmte Öffnung hinein.

Sowohl für die Demonstration von Axenbildern, wie auch in manchen anderen Fällen, ist zu beachten, daß nur Präparate ungefähr gleicher Dicke bei Benutzung starker Vergrößerung Anwendung finden können. Bei schwacher Vergrößerung können wohl verschiedene Dicken in Frage kommen, da dann das Objektiv eine Verschiebung des einzelnen Präparates beim Drehen des Tisches nicht herbeiführen wird. Vorteilhaft, aber nicht unbedingt notwendig ist es, dafür zu sorgen, daß die Objektträger einigermaßen gleich dick sind, um damit den Anfängern die Einstellung zu erleichtern.

Ich bin mir wohl bewußt, daß man in didaktischer Beziehung noch manche Einwendungen gegen die Lösung der ganzen Frage machen kann. Im allgemeinen aber wird das Instrument beim Unterrichte doch gute Dienste leisten. Es wird vor allen Dingen dort am Platze sein, wo eine größere Zahl von Mikroskopen zu Unterrichtszwecken nicht dauernd zur Verfügung steht. Auch dort, wo eine größere Zahl von Mikroskopen vorhanden ist, wird man dieses Demonstrationsmikroskop zum Vorteile des Unterrichts verwenden, da für den Anfänger doch die bequeme Vergleichung von einigen Präparaten immer ganz besonders wichtig ist.

Ich möchte noch besonders betonen, daß ich dieses Demonstrationsmikroskop nicht an die Stelle der Projektion setzen will, sondern es herbeiziehe, um die eigene Beobachtung des einzelnen Zuhörers anzuregen und ihm die Wiederholung und Vertiefung des in der Vorlesung Gehörten und Gesehenen zu ermöglichen.

Bei der Beurteilung des Mikroskopes ist wohl zu beachten, daß es eine sehr viel größere Zahl von Präparaten zu vergleichen gestattet, als dies bei Beuutzung von Mikroskopen mit gleichen Gesamtkosten möglich ist Die Kosten lassen sich erniedrigen, wenn man statt der komplizierten Drehungsvorrichtung der Polarisationseinrichtung eine Verbindung der Teile derselben mit einem Stabe zur gemeinsamen Drehung einrichten läßt, wie sie an vielen anderen Mikroskopkonstruktionen bereits lange gebraucht wird. Diese Drehung mit Stab läßt aber nie eine volle Umdrehung von Polarisator und Analysator zu.

Wenn ich mit dieser Mitteilung auf das Demonstrationsmikroskop hinweise, so darf ich nicht verfehlen, der Firma Leitz in Wetzlar und ihren Mitarbeitern meinen Dank auszusprechen für die viele Mühe und Sorgfalt, die sie sich bei der Durcharbeitung und endgültigen Anfertigung des ganzen Instrumentes gegeben haben. Viele der einzelnen Einrichtungen sind den Vorschlägen der Herren der Firma Leitz zu verdanken.

Gießen, Mineralogisches Institut, 6. September 1913.

XXX. Auszüge.

1. W. F. Green (in Toronto): **Krystallisation von Cobaltblüte von Cobalt** (Trans. Canadian Institute, 1910, 8, 443—450, Tafel).

Es wurden beobachtet: $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $w\{\bar{1}01\}$, $v\{\bar{1}11\}$ und die beiden neuen $x\{350\}$, $y\{104\}$. $y(104)$ ist eine gewöhnlich ausgedehnte, rauhe Fläche; $x(350)$ findet sich viermal an einem Krystalle.

Gemessen für	$x(350): \varphi = 39^0 34'$	$\varrho = 90^0 00'$
Berechnet »	$x(350): \varphi = 39\ 38$	$\varrho = 90\ 00$
Gemessen »	$y(104): \varphi = 90\ 00$	$\varrho = 27\ 00$
Berechnet »	$y(104): \varphi = 90\ 00$	$\varrho = 27\ 01$

Beobachtete Combinationen an 6 gemessenen Krystallen sind: *bvwy*, *bmwvy*, *bwvy*, *bmwvy*, *bmwvaxy*, *bwvay*.

Prismatischer Habitus mit stark vorherrschenden Flächen von $b\{010\}$. Krystalle von Schneeberg zeigten nur $v(\bar{1}11)$ und $w(\bar{1}01)$ als Endflächen.

Das Axenverhältnis, an den Krystallen von Cobalt abgeleitet, ist: $a:b:c = 0,7502:1:0,7006$, $\beta = 105^0 01'$.

Auf Grund der neuen Elemente ist eine Winkeltabelle nach Goldschmidt gegeben.

Ref.: W. T. Schaller.

2. H. F. Keller (in Philadelphia): **Über eine neue Varietät von Chrysokoll aus Chile** (Proceed. Amer. Philos. Soc., 1909, 48, 65—66).

Türkisblaue, emailartige Überzüge von Chrysokoll von Huiquintipa, Provinz Tarapacá, Chile, wurden analysiert. Das Mineral ist spröde, hat die Härte 3,5, die Dichte 2,532. Das gepulverte Mineral ist blaßgrünlich. Im einseitig zugeschmolzenen Röhrchen erhitzt, wird es schwarz unter beträchtlichem Wasserverluste. Das Mineral wird leicht von Säuren zersetzt, ohne jedoch zu gelatinieren.

Analysen:

	1.	2.	Berechnet für $CuO.2SiO_2.3H_2O$
SiO_2	46,14	45,89	47,31
CuO	28,85	28,69	31,39
Al_2O_3	0,58	0,47	—
FeO	1,38	1,33	—
CaO	1,64	1,67	—
MgO	0,83	1,01	—
H_2O	20,15	20,32	21,30
	99,54	99,38	100,00

$^2/_3$ des Wassers (13,41 %) entweichen unterhalb 125°, wogegen der Rest (6,83 %) erst beim Glühen ausgetrieben wird. Das Mineral kann infolgedessen betrachtet werden als ein saures Metasilikat von Kupfer, dessen Formel lautet: $CuH_2(SiO_3)_2 + H_2O$.

Ref.: W. T. Schaller.

3. Juan S. Agraz (in Mexiko): **Chemische Untersuchung eines Meteoriten von Durango, Mexiko** (Boletin 6 Sociedad Geologica Mexicana, 1909, 9—91).

Die Analyse oktaëdrischen Materiales (Dichte 7,782) ergab *Fe* 96,60 %, *Ni* 0,99 %, *Co* 2,39 %, *C* 0,13 %, zusammen 100,11 %.

Ref.: W. T. Schaller.

4. Carl Benedicks (in Upsala): **Das Ovifakeisen, ein natürlicher Kohlenstahl** (Vortrag beim XI. Geologenkongr. 1910. — Jern-Kontorets Annaler, Stockholm 1910, 65, 568—574, 4 Taf. — XIe Congrès Géologique International. Compte rendu de la XIe Session. Stockholm 1910, 885—890. 4 Taf.).

Eine mikroskopische Untersuchung vom Ovifakeisen hat gezeigt, was auch nach der Zusammensetzung zu erwarten war, daß es aus Cementit und Perlit besteht, ganz wie der gewöhnliche Stahl. Daraus läßt sich schließen, daß dieses Eisen relativ sehr schnell bei Temperaturen unterhalb 700° abgekühlt worden sein muß, da sonst der Perlit in seine Grundelemente ausgeschieden wird. Die beim Ovifakeisen bisweilen hervortretende oktaëdrische Struktur kann auch künstlich hervorgebracht werden mittelst langsamer Abkühlung bei hoher Temperatur. Eine sehr merkwürdige Bildung beim Ovifakeisen ist der »Oxydperlit«, aus Cementit und Eisenoxyd bestehend, der nach dem Vorkommen als eine primäre Bildung angesehen werden muß. Wenn man annimmt, daß das Ovifakeisen bei der Reduktion eines Basaltmagmas durch Kohlen gebildet worden ist, sollte das Oxydperlit möglicherweise von einer unvollständigen Reduktion herrühren; doch läßt sich hierüber nichts Bestimmtes sagen, so lange der Gleichgewichtszustand zwischen den Elementen Eisen, Kohlen und Sauerstoff unbekannt ist.

Ref.: O. B. Böggild.

5. Derselbe: **Synthese des Meteoreisens** (Nova Acta Regiae Soc. Sc. Upsalensis, Ser. IV, 2, Nr. 10, 1910, 1—26, 3 Taf.).

Im Jahre 1904 haben Osmond und Roozeboom ein Schema für die Mischung Eisen-Nickel aufgestellt und dadurch die Struktur des Meteoreisens erklärt. Es ist jetzt dem Verf. gelungen, dieselbe künstlich hervorzubringen beim Zusammenschmelzen der beiden Metalle und langsamer Abkühlung. Bei einem Gehalte von 11,7 % *Ni* ist oktaëdrisches, bei 6,7 % dagegen kubisches Eisen gebildtet worden. Wenn das oktaëdrische Eisen nachträglich einige Stunden auf 490° erwärmt wird, gehen die früher gebildeten recht großen ($2-2\frac{1}{2}$ cm) Körner in viel kleinere über. Wird es auf 1275° erhitzt und danach langsam abgekühlt, bildete sich die Widmanstätten'sche Struktur in einer Mischung von Eisen- und Nickeloxyden. Das oktaëdrische Eisen muß als eine Pseudomorphose betrachtet werden; die oktaëdrische Struktur gehört nämlich der bei höheren Temperaturen stabilen Modifikation γ des Eisens an; bei langsamer Abkühlung unterhalb 360° geht diese Struktur verloren; daraus läßt sich schließen, daß das Meteoreisen verhältnismäßig schnell unterhalb 360°, also in einem kalten Exterieur abgekühlt worden sein muß.

Ref.: O. B. Böggild.

6. Olof A. A. Tenow (in Upsala): **Über zwei neue Vorkommen pyramidaler Calcite** (Bull. Geol. Inst. Upsala, 1910, **9**, 1—20).

Pyramidale Calcite von Hörsne, Gotland. Hier sitzen die Krystalle an Wänden von Hohlräumen, die von einem Fossil, Stromatopora, gebildet sind; zwei Generationen kommen vor in paralleler Verwachsung, eine ältere von braunen und eine jüngere von wasserhellen Krystallen; die ersteren sind in den verschiedenen Hohlräumen recht wechselvoll ausgebildet, die letzteren sind sehr gleichmäßig. 9 Typen von Hohlräumen sind untersucht worden: 1a. Erste Gen. besteht aus Krystallen mit krummen Flächen, die den Rhomboëdern $\{0.13.\bar{13}.8\}$ und $\{07\bar{7}5\}$ am besten entsprechen; zweite Gen. fehlt. — 1b. Erste Gen. $\{0.13.\bar{13}.8\}$, $\{0001\}$; zweite Gen. $\{8.8.\bar{16}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$. — **2.** Erste Gen. $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{03\bar{3}2\}$; zweite Gen. wie 1b. — **3.** Erste Gen. = 1a; zweite Gen. $\{8.8.\bar{16}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, und oft dazu $\{40\bar{4}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$; bisweilen Zwillinge nach $\{01\bar{1}2\}$; zwischen den beiden Generationen sind in einem Falle von $\{7.4.\bar{11}.3\}$ begrenzte Krystalle ausgebildet. — 4—6. Erste Gen. negative Rhomboëder; zweite Gen. wie gewöhnlich. — 7. Erste Gen. $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{03\bar{3}2\}$, $\{8.8.\bar{16}.3\}$; zweite Gen. $\{8.8.\bar{16}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$. — 8. Erste Gen. $\{0001\}$, $\{8.8.\bar{16}.3\}$, oft mit $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$; zweite Gen. fehlt gewöhnlich. — 9. Erste Gen. $\{8.8.\bar{16}.3\}$, $\{10\bar{1}1\}$; zweite Gen. $\{7.4.\bar{11}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$.

Pyramidale Calcite von Dannemora. Mit obigen sehr ähnliche Verhältnisse; eine erste Generation, mit Asphalt bedeckt, von $\{0001\}$, $\{8.8.\bar{16}.3\}$ begrenzt, eine zweite von $\{7.4.\bar{11}.3\}$ und eine dritte von $\{8.8.\bar{16}.3\}$, bisweilen mit $\{21\bar{3}1\}$, begrenzt. Trotzdem sind die geologischen Verhältnisse an den beiden Lokalitäten so verschieden als möglich.

Ref.: O. B. Böggild.

7. Ivar Nordenskjöld (in Borås in Schweden): **Der Pegmatit von Ytterby** (Bull. Geol. Inst. Upsala, 1910, **9**, 183—228).

Nach einer historischen und geologischen Übersicht werden die einzelnen Mineralien näher besprochen; im ganzen finden sich als Hauptmineralien: Mikroklinperthit, Plagioklas, Quarz, Biotit, Chlorit, Muskovit und als sekundäre Mineralien: Gadolinit, Epidot, Orthit, Granat, Turmalin, Cordierit, Beryll, Fergusonit, Yttrotantalit, Xenotim, Apatit, Flußspat, Anderbergit, Magnetit, Titanomagnetit, Magnetkies, Pyrit, Bleiglanz, Molybdänglanz, Kalkspat, Sericit, Arrhenit, Wasit, Tengerit, Bergpech.

Der Mikroklinmikroperthit ist analysiert worden:[1])

	I	II	III
SiO_2	64,32	64,40	65,57
Al_2O_3	19,41	19,30	19,73
Fe_2O_3	0,14	0,30	0,20
CaO	—	0,40	0,18
MgO	0,35	—	—
K_2O	12,90	12,56	12,26
Na_2O	2,10	2,68	3,06
Glühverlust	0,57	—	—
Summe	99,79	99,64	100,00

1) I ist von Seger, II im Laboratorium von Rörstrand, III von Lindman ausgeführt.

Diese Zahlen entsprechen beinahe einer Zusammensetzung: $Or_3 : Ab$. Ein einziger Krystall mit den Formen {010}, {001}, {110}, {021}, {130} ist gefunden worden. Die Plagioklase gehören zumeist dem Oligoklas an; folgende Analysen sind ausgeführt worden:

SiO_2	61,55	64,23	63,19	62,81	63,66	64,81	63,38	63,00
Al_2O_3	23,80	23,57	23,52	23,21	23,45	22,99	22,98	23,00
Fe_2O_3	—	—	—	0,10	—	—	—	0,30
CaO	3,18	2,81	4,81	3,81	3,53	3,15	3,63	2,60
MgO	0,80	—	—	0,18	0,05	—	—	0,03
K_2O	0,38	0,81	—	0,58	1,59	0,82	0,55	0,38
Na_2O	9,67	8,47	9,01	8,18	7,91	8,89	9,10	10,84
Glühverl.	—	—	—	0,81	—	—	0,37	—
Summe	99,38	99,89[1]	100,53	99,68	100,19	100,66	100,01[1]	100,15[1]

Diese Zahlen und die daraus berechneten Abweichungen von der theoretischen Plagioklaszusammensetzung werden ausführlich diskutiert und graphisch dargestellt. Krystalle mit den Formen {110}, {1$\bar{1}$0}, {001}, {$\bar{1}$11}, {$\bar{1}\bar{1}$1}, {130}, {1$\bar{3}$0}, {010}, {$\bar{2}$21}, {$\bar{2}\bar{2}$1}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{2}$01} sind gefunden worden. Die Umwandlung der Feldspäte in Sericit wird beschrieben, ebenso die Schriftgranitbildung.

Von den Glimmerarten kommen sowohl Muskovit als Biotit vor; die Umwandlung des letzteren geht aus folgenden Analysen hervor (I aus umgewandeltem, II aus frischem Biotit).

	I	II
SiO_2	27,68	32,23
Fe_2O_3	14,25	7,87
Al_2O_3	15,48	15,97
FeO	19,39	28,06
CaO	3,48	0,23
MgO	6,38	2,75
K_2O	0,57	7,93
Na_2O	1,69	1,91
H_2O	7,51	2,80
F	0,14	—
Feuchtigkeit	—	0,31
Y_2O_3	1,54	
$(Nb_1Ta)_2O_5$	1,36	
	99,47[2]	100,06[2]
$-O$	0,06	
	99,41	

Die Umwandlung kann als eine Chloritisierung betrachtet werden; die seltenen Mineralien kommen in Zusammenhang mit diesem chloritisierten Biotit vor.

Der Beryll ist von {11$\bar{2}$1}, {11$\bar{2}$0}, {0001} oder von {10$\bar{1}$0}, {11$\bar{2}$0}, {21$\bar{3}$0} begrenzt, der Pyrit von {100}, {111} und {210}. Nach einem Abschnitt über die Altersfolge der Pegmatitmineralien folgt eine Beschreibung der einzelnen Mineralien mit seltenen Erden, die meist nur Bekanntes wiederholt.

1) Statt dieser Zahlen stehen in der Abhandlung die Summen 99,09, 100,00, 100,13.

2) Statt dieser Zahlen stehen in der Abhandlung die Summen 100,11 und 100,18.

An einem Krystalle von Gadolinit sind die folgenden Formen bestimmt worden: $\{001\}$, $\{111\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}12\}$, $\{\bar{1}22\}$, $\{012\}$, $\{011\}$, $\{021\}$.

Das letzte Kapitel behandelt die Bedeutung der Ytterbymineralien für die Geschichte der Chemie.

Ref.: O. B. Böggild.

8. A. G. Högbom (in Upsala): **Über einen Eisenmeteorit von Muonionalusta im nördlichsten Schweden** (Bull. Geolog. Inst. Upsala, 1910, 9, 229—238, 1 Taf.).

Dieser, der erste Eisenmeteorit von Schweden, wurde im Sommer 1906 gefunden. Das Gewicht ist 7,53 kg, das spez. Gewicht 7,9. Der Stein ist von vier, sehr unregelmäßigen Hauptflächen nebst einigen kleineren begrenzt und zeigt eine deutliche Rücken- und Brustseite; er ist von einer sehr dünnen Rostrinde umgeben und zeigt außerdem eine schwarze Brandrinde, von welcher feine Adern gegen die Mitte eingehen. Der Meteorit selbst besteht aus den gewöhnlichen Substanzen, Kamazit, Tänit und Plessit, nebst Troilitflecken mit zentralen Kernen von Daubréelith; die Daubréelithkörner, die höchstens einen Durchmesser von 0,6 mm erreichen, sind oft von Krystallflächen begrenzt; die Troilitkörner haben sehr verschiedene Formen und zeigen seltener Krystallflächen; bisweilen sind sie dann nach den Richtungen der Widmanstätten'schen Lamellen orientiert. Die Hauptmasse (mehr als 99 $^0/_0$ des Steins) besteht aus Eisennickel, dessen Zusammensetzung nach einer Analyse von Mauzelius ist: 91,20 *Fe*, 8,02 *Ni*, 0,69 *Co*, 0,01 *Cu*, 0,01 *Cr*, 0,05 *P*, Summe 99,88. Nach der Struktur ist der Meteorit ein »Oktaëdrit mit feinen Lamellen«.

Ref.: O. B. Böggild.

9. Thorolf Vogt (in Christiania): **Über Petalit von Elba** (Norsk geologisk Tidsskrift, 1910, 2, Nr. 3, 1—7).

Der beschriebene Krystall ($23 \times 16 \times 11$ mm) ist von Reusch und Brögger 1876 in Elba erworben worden; er ist schwach gelblich. Die basische Spaltbarkeit tritt sehr hervor, eine nach $\{201\}$ ist undeutlich. Die gefundenen Formen sind: $o\{201\}$, $c\{001\}$, $b\{010\}$, $x\{\bar{2}11\}$, $w\{403\}$, $y\{101\}$. Die Flächen der Querdomenzone sind wohlausgebildet, die beiden übrigen matt und lassen sich nur mit dem Handgoniometer messen. Die folgenden Winkel sind gemessen worden:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{001\}:\{201\}$ =	$38^0\,36\frac{1}{4}'$	$38^0\,37'$
$\{001\}:\{403\}$	$30\;\;54\frac{3}{4}$	$30\;\;53\frac{1}{2}$
$\{001\}:\{101\}$	$25\;\;31\frac{1}{4}$	$25\;\;33\frac{1}{2}$
$\{0\bar{1}0\}:\{2\bar{4}\bar{1}\}$	$24\frac{1}{2}^0$	$25\;\;14$

Auf der Fläche *o* findet sich Kombinationsstreifung parallel der Kante mit *w*; möglicherweise findet sich hier eine Form $\{907\}$.

Zuletzt werden die Ätzfiguren beschrieben, die genau der monoklinen Symmetrie entsprechen.

Anhang: Über Pollux von Elba. Ein ungewöhnlich großer Polluxkrystall (etwa 3 cm), dem Museum in Christiania gehörig, wird erwähnt; er ist vom Ikositetraëder $\{211\}$ und Würfel begrenzt.

Ref.: O. B. Böggild.

10. G. Flink (in Stockholm): **Beiträge zur Mineralogie Schwedens. II.** (Arkiv för Kemi, Min. ock Geol., 1910, 3, Nr. 35, 1—166).

Als Zusatz zu der früheren Abhandlung (Ausz. diese Zeitschr. 1911, 48, 526) wird zuerst Markasit von den Nordmarksgruben beschrieben: kleine prismatische Krystalle mit {110}, {001} und {014}, Zwillinge nach {110}, oft mit mehr komplizierten Verwachsungen von 4—5 Individuen.

19. Galenobismutit von den Nordmarksgruben kommt mit großen Pyroxenkrystallen, mit Calcit und Wismuthglanz in derben Massen ohne Spaltbarkeit vor.

20. Weibullit (ein neues Mineral) von Falun, wurde zuerst von Weibull (Ausz. diese Zeitschr. 1887, **12**, 511) als selenhaltiger Galenobismutit beschrieben, hat sich aber als ein selbständiges Mineral erwiesen, was aus folgendem Schema hervorgeht:

	Weibullit:	Galenobismutit:
Zusammensetzung:	$2\,PbS.Bi_4S_3Se_3$	$PbS.Bi_2S_3$
Härte:	höchstens 3	3—4
Spez. Gewicht:	6,97	6,88
Farbe:	stahlgrau	zinnweiß
Bruch:	blättrig mit deutlicher Spaltbarkeit in einer Richtung, weniger deutlich in anderen	ohne Spaltbarkeit

Der Weibullit ist in Falun nicht selten; er kommt in Quarz mit Kupferkies, Magnetkies, Schwefelkies und Gold vor.

21. Platynit (ein neues Mineral) von Falun. Der Name ist von *πλατύνειν*, auszubreiten, gebildet. Die Farbe ist wie die des Graphits, die Härte 2—3, der Strich glänzend, das spez. Gewicht 7,98. Die Spaltstücke zeigen, daß das Mineral rhomboëdrisch ist mit sehr deutlicher basischer und weniger deutlicher rhomboëdrischer Spaltbarkeit; der Winkel zwischen Basis und Rhomboëder ist $54^0 46'$ ($54^0 5'$—$54^0 56'$), wovon $a:c = 1:1,226$. Analyse von R. Mauzelius: *Bi* 48,98, *Pb* 25,80, *Cu* 0,32, *Fe* 0,30, *S* 4,36, *Se* 18,73, ungelöst 0,36, Summe 98,35, woraus die Formel $PbS.Bi_2Se_2$ berechnet wird. Das Mineral kommt als kleine Lamellen im Quarz vor.

22. Cosalith findet sich in den Nordmarkgruben als strahlige Massen in Pyroxen und als nadelförmige Einschlüsse in Kalkspat.

23. Kobellit findet sich in den Venagruben in Hammar Kirchspiel, Närke.

24. Lillianit von Gladhammar ist früher von Lindström (Ausz. diese Zeitschr. 1897, **17**, 428) beschrieben worden; seitdem ist besseres Material gesammelt worden, das sich nach Analysen von Mauzelius als mit dem früher beschriebenen Mineral identisch erwiesen hat. Das Mineral findet sich in Quarz als knollenförmige Massen mit stengeliger Struktur; von diesen ragen ganz dünne Krystalle bisweilen hervor, die jedoch meist für Messungen ungeeignet sind. Nur in einem Falle sind brauchbare Endflächen gefunden worden. Die Krystalle sind wahrscheinlich rhombisch mit den Elementen:

$$a:b:c = 0,8002:1:0,5433$$

und den Formen {100}, {010}, {110}, {210} und {011}; die Prismenflächen sind sehr stark vertikal gestreift.

25. Boulangerit von Sala ist von Sjögren (Ausz. diese Zeitschr. 1899, **31**, 311) früher beschrieben worden; er kommt entweder mit Bleiglanz, Zink-

blende, Serpentin und Glimmer oder in Dolomit oder Kalkspat vor. Im ersteren Falle sind die Krystalle recht groß und dicht, in letzterem haar- oder nadelförmig. Diese, die durch Säure herausgelöst werden können, zeigen in einem Falle eine Endbegrenzung von {001}, welche Fläche für das Mineral neu ist. Andere, ebenfalls früher bekannte Lokalitäten für das Mineral sind Nasafjäll und Alkavare.

26. Proustit findet sich in ganz kleinen Mengen an Stücken von Sala, die im Reichsmuseum sich befinden; ferner an einem Stückchen Quarz von Slädkärr.

27. Tetraëdrit kommt vielleicht als kleine Körner in einem Stück Kalkstein von Dalkarlsberg vor. Früher bekannt sind die Vorkommen von Långban und Gärdsjö; sicher konstatiert sind ferner die Vorkommen von Glanshammer und von den Gruben von Slädkärr, Nötö, Vingsnäs und Knolle; andere, von Leonhard erwähnte, schwedische Lokalitäten sind zweifelhaft.

28. Tennantit von Falun wurde von Sjögren (Ausz. diese Zeitschr. 1881, **5**, 504) beschrieben.

29. Meneghinit kommt als derbe Massen ohne Begleitmineralien in Stücken von Hellfors vor, die von Mauzelius analysiert worden sind mit dem folgenden Resultat: *Sb* 18,94, *Pb* 62,45, *Cu* 1,21, *Ag* Spur, *Fe* 0,07, *S* 17,47, ungelöst 0,05. Summe 100,19.

30. Geokronit ist von alter Zeit her von den Lokalitäten Sala, Falun und Björnskogsnäs bekannt gewesen.

31. Flußspat. Von Stockholm eine plattenförmige, violette Masse mit Schwefelkies. Von Norberg sehr kleine, violette Würfel oder grüne Oktaëder nebst anderen Varietäten. Von Riddarhyttan, Kafveltorp und Yxsjö verschiedene derbe Varietäten. Von Sjögrufvan kleine, grüne Oktaëder, von der Lemåsegrube sehr kleine, violette Würfel, von den Finnsberggruben derber Flußspat. Von Persberg rührt ein Bruchstück von einem farblosen, oktaëdrischen Krystall im Reichsmuseum her. Von den Nordmarksgruben kommen, nebst anderen Varietäten, kleine, aquamarinfarbene Krystalle mit den Formen {111}, stark überwiegend, und ferner {100}, {110} und {210}; andere Krystalle haben die Kombination: {110}, {111}, {211}, {321} oder {110}, {111}, {100}, {911}, {910}. Die beiden letzten Formen sind neu; {911} ist durch den Winkel mit {100} bestimmt, welcher zu $8^0 46'$ gemessen und zu $8^0 56'$ berechnet wurde; {910} ist nur durch die Zonenverhältnisse bestimmt. Andere kleine, grüne Krystalle haben die Kombination {110}, {001}, {111}, {310} und {210}. Die verschiedenen Formen von Flußspat von Taberg bei Nordmark sind am meisten denjenigen von der vorigen Lokalität ähnlich; doch kommen hier auch Würfel mit Flächen des Ikositetraëder {211} vor. Zahlreiche andere, schwedische Lokalitäten, teilweise mit derbem Flußspat, teilweise mit kleinen, kubischen oder oktaëdrischen Krystallen werden erwähnt.

32. Fluocerit ist von Finbo und Broddbo bei Falun bekannt; die Krystalle von dem letzten Vorkommen sind neu untersucht worden und aus dem Wert $\{10\bar{1}1\}:\{0001\} = 63^0 53'$ ist das Axenverhältnis $a:c = 1:1,7736$ bestimmt worden; die Formen sind $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$ und $\{10\bar{1}1\}$. Es findet sich deutliche Spaltbarkeit nach Basis, weniger deutlich nach $\{10\bar{1}0\}$. Ein drittes Vorkommen ist Österby.

33. Yttrocerit von Finbo ist genauer beschrieben; er findet sich in drei Varietäten: 1. schmutziggelb mit Fettglanz und oktaëdrischer Spaltbarkeit, 2. dunkelviolett und matter mit weniger deutlicher Spaltbarkeit und 3. weiß oder ziegelfarbig, erdig; die beiden letzten Formen sind vielleicht durch Umwandlung aus der ersten hervorgegangen. Deutliche Krystalle sind nicht gefunden worden. Das Mineral kommt auch sparsam bei Broddbo vor.

34. Quarz. In Stockholm ist eine krustenförmige Bildung mit kleinen Krystallen gefunden worden: Kombination $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$ mit untergeordnetem $\{01\bar{1}1\}$. Ytterby: größere, undurchsichtige Krystalle. Dannemora: meistens amethystfarbige Krystalle mit sehr kleinen Prismenflächen. In Norberg hat man, unter vielen anderen Formen, kleine Krystalle in Bergpech gefunden mit Kombination $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ und $\{11\bar{2}1\}$ oder $\{2\bar{1}\bar{1}1\}$; auch »Kappenquarze« finden sich hier wie bei Persberg. Bei Taberg bei Nordmark findet sich Chalcedon mit Abdrücken von Kalkspatkrystallen und gewöhnlichen, warzenartigen Oberflächen. Von Långban hat man Eisenkiesel und Rosenquarz; dieser letzte kommt mit Rhodonit zusammen vor und ist möglicherweise von diesem gefärbt. Von Grängesberg stammt angeblich ein Stück mit recht langen (15 cm) Krystallen, die im Innern klar und farblos, außen gewöhnlich mit einer dunkelgrünen Schicht bedeckt sind; es ist doch sehr wahrscheinlich, daß eine Fundortsverwechslung vorliegt. Bei Hesselkulla findet man Rauchtopase auf Kalkspat; die Krystalle sind meist ohne oder mit ganz kleinen Prismenflächen und sind in liegender Stellung auf der Unterlage festgewachsen. An Nasafjäll findet man ganz kleine Bergkrystalle mit den Formen $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{20\bar{2}1\}$ und $\{02\bar{2}1\}$. Von Reurifjäll? stammt ein recht großer Krystall (5×4 cm), wasserklar und wohlausgebildet, mit den gewöhnlichen Flächen und noch dazu $\{51\bar{6}1\}$ und einem anderen Trapezoëder; Zwilling nach dem gewöhnlichen Gesetz. Die größten schwedischen Bergkrystalle im Museum haben nur die Etikette »Lappland« oder »Torneå Lappmark«; der größte ist $20 \times 12 \times 8$ cm. Sehr viele andere Quarzlokalitäten werden erwähnt, die doch nichts besonders Interessantes bieten.

35. Arsenolith von Löfåsen; kleine Oktaëder auf Quarzit.

36. Molybdänocker kommt bei Lerviken, Bispberg, Linnås und Öfverkalix auf Molybdänglanz vor.

37. Cuprit findet sich in ganz kleinen Massen auf Magnetit bei Bastnäs, auf gediegenem Kupfer am Jakobsberg, möglicherweise auch in der Skrikerumsgrube in Spalten in Kalkstein.

38. Periklas ist von der Kittelgrube bei Nordmark und der Gustavsgrube bei Långban bekannt. Im Museum ändert sich das Mineral gänzlich, indem es schwarz wird und in eine Mischung von Brucit und Oxydationsprodukte von Mangan umgewandelt wird.

39. Manganosit findet sich bei Långbanshyttan in einer rosa Carbonatmasse, meistens in Form von kleinen unregelmäßigen Körnern, die teilweise mit rhombendodekaëdrischen Krystallflächen versehen sind. Oft findet Umwandlung in Manganit oder in eine erdige Masse statt. Ähnlich ist das Vorkommen von Nordmarken.

40. Korund findet sich bei Gellivare in Magnetit als ganz kleine Krystalle von aschgrauer Farbe, die meistens sehr unvollkommen ausgebildet sind; die Formen sind $\{10\bar{1}1\}$ und $\{0001\}$ und bisweilen noch dazu $\{10\bar{1}2\}$ und $\{11\bar{2}0\}$.

41. Eisenglanz. Von Norberg besitzt das Museum zwei Stufen mit kleinen, flächenreichen Krystallen. Die einen sind von $\{0001\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{62\bar{8}1\}$, $\{16\bar{7}1\}$ begrenzt nebst einer Form μ', die nicht sicher bestimmt werden kann, möglicherweise $\{01\bar{1}5\}$; die Flächen $\{22\bar{4}3\}$ und $\{10\bar{1}1\}$ sind wohlausgebildet und glänzend, Basis ist abgerundet und gestreift, die übrigen Formen sind matt. Die Form $f'\{16\bar{7}1\}$ ist neu und durch die Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{16\bar{7}1\}:\{\bar{1}7\bar{6}1\}$ =	$15^0\ 6'$	$15^0\ 9'$
$\{16\bar{7}1\}:\{10\bar{1}1\}$	38 49	38 59

Die Krystalle der anderen Stufe sind von den Formen $\{0001\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{42\bar{6}5\}$, $\{14.6.\bar{20}.5\}$[1], $\{16\bar{7}1\}$, $\{24\bar{6}7\}$ und $\{12\bar{3}2\}$ begrenzt, die sämtlich, mit Ausnahme der Basis, gut ausgebildet sind. Die neue Form $J\{14.6.\bar{20}.\bar{1}\}$ ist durch den Zonenverband $\{22\bar{4}3\}:\{61\bar{7}\bar{1}\}$ sicher bestimmt und durch folgende Messungen:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{14.6.\bar{20}.5\}:\{20.\bar{6}.\bar{14}.5\}$ =	$33^0 29'$	$33^0 27'$
$\{14.6.\bar{20}.5\}:\{10\bar{1}1\}$	27 15	27 13

Von Dalkarlsberg kommen kleine hügelige Massen auf Kalkspat, von der Harstigsgrube meistens ganz kleine Krystalle mit Rhodonit zusammen. Folgende Kombinationen sind beschrieben worden: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{22\bar{4}1\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{62\bar{8}7\}$, $\{42\bar{6}5\}$, $\{12\bar{3}2\}$, $\{26\bar{8}5\}$; die meisten Formen sind wohl ausgebildet; die beiden neuen Formen $S\{62\bar{8}7\}$ und $T\{26\bar{8}5\}$ sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{62\bar{8}7\}:\{10\bar{1}1\}$ =	$11^0 47'$	$11^0 47'$
$\{6287\}:\{0001\}$	58 23	58 26
$\{26\bar{8}5\}:\{10\bar{1}1\}$	41 15	41 16
$\{26\bar{8}5\}:\{0001\}$	66 17	66 16

Gewöhnlich sind Durchkreuzungszwillinge nach der Hauptachse. Eine andere Kombination ist: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{44\bar{8}3\}$, $\{52\bar{7}6\}$, $\{11\bar{3}2\}$ und $U\{1565\}$; die letzte Fläche ist neu und durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{15\bar{6}5\}:\{0001\}$ =	$60^0 23'$	$60^0 20'$
$\{1565\}:\{01\bar{1}1\}$	8 6	8 8

Diese Krystalle sind sehr ausgeprägt hemimorph, indem beinahe alle die genannten Flächen nur am einen Ende vorkommen, während das andere nur von $\{10\bar{1}1\}$ und kleineren Flächen von $\{44\bar{8}3\}$ begrenzt ist. An Krystallen von Långban ist außer früher beschriebenen Formen noch die Fläche $\{44\bar{8}3\}$ bestimmt worden. In Nordmarken ist der Eisenglanz recht selten; einige Krystalle haben die Kombination $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{22\bar{4}3\}$ und bilden oft Durchkreuzungszwillinge, andere sind prismatisch ausgebildet mit den Formen: $\{11\bar{2}0\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$; selten sind Zwillinge, die noch dazu die Form $\{21\bar{3}0\}$ besitzen. Von Glasnäs kleine durchscheinende Tafeln, von Utö kleine tafelförmige Krystalle, von Vestanå und Rekaklitt blätterige

---

1) In der Abhandlung steht durch einen Druckfehler stets das unmögliche Symbol $\{14.8.\bar{20}.5\}$.

Formen. An Gellivare kommen ausgezeichnete Eisenglanzkrystalle vor; einige sind ausgeprägt bipyramidal mit den Formen $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{44\bar{8}3\}$ und $\{01\bar{1}2\}$ sehr untergeordnet. Ein großer Krystall ($15 \times 5{,}4$ cm) ist nur von Basis und Prisma begrenzt, die mit Zwillingsstreifen versehen sind; eine andere, recht große Krystalltafel hat die Formen $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$ und $\{22\bar{4}3\}$. Auf einer Absonderungsfläche parallel angeordnet sind zahlreiche, kleine, sehr gut ausgebildete Krystalle mit den Formen $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{50\bar{5}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $x'\{27.0.\bar{27}.17\}$ und $z'\{20.0.\bar{20}.9\}$; die beiden letzten sind durch die Winkel mit $\{0001\}$ bestimmt, die zu bzw. $44^0 44'$ (ber. $44^0 48'$) und $35^0 14'$ (ber. $35^0 21'$) gefunden sind. Auch ganz dünne, durchscheinende Tafeln finden sich zu Gellivare. In Tuollavara sind Krystalle mit der Kombination $\{0001\}$, $\{01\bar{1}5\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{32\bar{5}4\}$, $\{22\bar{4}3\}$ gefunden worden.

42. Titaneisen. Folgende Vorkommen sind bekannt: Mölna, Gregers Klack bei Bispberg (undeutliche Krystalltafel), Hammarinsel bei Karlstad(?), Strand, Karsberg, Uddevalla, Slättåkra, Rösjöholm, Mörtebo, Gnarps, Arbrå und Kalixfors; an der letzten Stelle Krystalle mit $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{02\bar{2}\bar{1}\}$.

43. Långbanit von Långban; dies Mineral hat sich als rhomboëdrisch-tetartoëdrisch erwiesen; es kommt in 5 Typen vor: 1. von Sjögren (Ausz. diese Zeitschr. 1894, **23**, 157) beschrieben; 2. von Flink (diese Zeitschr. 1888, **13**, 1) beschrieben; 3. dicktafelförmige Krystalle mit der Kombination $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}3\}$; seltener kommen noch dazu $\{21\bar{3}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{2}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}0\}$, $\{4\bar{2}\bar{2}3\}$, $\{20\bar{2}3\}$, $\{10\bar{1}3\}$, $\{02\bar{2}3\}$, $\{01\bar{1}3\}$. 4. Kleine, prismatische Krystalle in Hohlräumen in Schefferit und Braunit; am meisten scheinbar hexagonal, doch kommen ausgeprägt tetartoëdrische Krystalle vor mit den Flächen $\{11\bar{2}0\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{40\bar{4}3\}$, $\{0001\}$; hierzu kommen bisweilen $\{11\bar{2}0\}$, $\{21\bar{3}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{2}0\}$, $\{\bar{4}223\}$ und in anderen Fällen noch dazu: $\{22\bar{4}9\}$, $\{20\bar{2}3\}$, $\{10\bar{1}3\}$, $\{02\bar{2}3\}$, $\{01\bar{1}3\}$, $\{42\bar{6}3\}$, wodurch sehr flächenreiche Krystalle entstehen; aus diesen wird das Axenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}4407$ aus dem Fundamentalwinkel $\{22\bar{4}3\} : \{0001\} = 62^0 30'$ ($62^0 28'$—$62^0 32'$) ausgerechnet. 5. Unvollkommen ausgebildete, prismatische Krystalle; in der gestreiften Prismenzone lassen sich $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{21\bar{3}0\}$ und $\{3\bar{1}\bar{2}0\}$ erkennen, als Endbegrenzung nur Basis. Zuletzt werden alle am Mineral bekannten 20 Formen zusammengestellt, zugleich mit ihrem Winkel zur Basis; sie sind: $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $n\{11\bar{2}0\}$, $s\{21\bar{3}0\}$, $\sigma\{3\bar{1}\bar{2}0\}$, $o\{22\bar{4}3\}$ und $\omega\{4\bar{2}\bar{2}3\}$ ($62^0 30'$), $p\{2\bar{1}\bar{1}3\}$ und $\pi\{11\bar{2}3\}$ ($43^0 51'$), $k\{22\bar{4}9\}$ ($32^0 38'$), $a\{44\bar{8}3\}$ ($75^0 25'$), $f\{20\bar{2}3\}$ und $\varphi\{02\bar{2}3\}$ ($47^0 58'$), $e\{10\bar{1}3\}$ und $\varepsilon\{01\bar{1}3\}$ ($29^0 00'$), $g\{40\bar{4}3\}$ und $\gamma\{04\bar{4}3\}$ ($65^0 44'$), $l\{42\bar{6}3\}$ ($71^0 11'$), $i\{21\bar{3}3\}$ ($55^0 43'$), $h\{8.2.\bar{10}.3\}$ ($78^0 51'$).

44. Pyrofanit von Hamberg (Ausz. diese Zeitschr. 1892, **20**, 393) beschrieben.

45. Spinell. Kafvelstorp: schwarze, grün durchscheinende Oktaëder in Kupferkies, Zinkblende, Quarz; Zwillinge sind gewöhnlich. Analog ist das Vorkommen von Kobergs Silbergrube. Löfberget in Dalarne; abgerundete Oktaëder in körnigem Kalkstein mit Chondrodit, Pyroxen, Glimmer. Von Tunaberg sehr kleine Oktaëder, ebenfalls in körnigem Kalkstein. Bei Kalkbro in Södermanland; das Vorkommen wie Löfberget, unvollkommen ausgebildete Oktaëder, bisweilen mit Rhombendodekaëder; Zwillinge sind gewöhnlich. Bei Ruotivare mit Magnetit zusammen.

46. Gahnit von Jakobsberg: kleine, gelbgrüne Oktaëder mit Manganepidot, Titanit, Pyroxen in Hohlräumen in Kalkstein. Die Erik Mattsgrube

bei Falun ist die Originallokalität für das Mineral. Bei Näfverberg bei Falun sehr kleine, schwarze Oktaëder in Quarz. Beim Broddbostein bei Falun, blaugrüne Oktaëder in körnigem Albit. Bei Öster Silfberg und Garpenbergs Kupfergruben kleine lauchgrüne Oktaëder in Quarz. Das Vorkommen von Snuggens Kupfergrube ist früher beschrieben worden (Ausz. diese Zeitschr. **37**, 281).

47. Magnetit. Von den vielen, in der Abhandlung erwähnten Lokalitäten sollen hier nur einige besprochen werden: Gammalkroppa: bis zentimetergroße Krystalle in Kalkstein; Kombination: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{311\}$, $r\{773\}$ und $t\{551\}$. Die beiden letzten Formen sind neu und durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{773\}:\{77\bar{3}\}$ =	33° 43′	33° 44′
$\{773\}:\{110\}$	16 51	16 52
$\{551\}:\{110\}$	8 9	8 3

Krystalle von den Nordmarksgruben sind früher von Flink beschrieben worden; hier wird noch eine ganz eigentümliche Form erwähnt, die wie die gewöhnlichen Durchwachsungszwillinge von Tetraëder aussieht, die aber hier doch nur als ein spezielles Wachstumsphänomen gedeutet werden kann. Die bekannten, schönen Krystalle von Gellivare besitzen außer dem Oktaëder oft $\{110\}$ und bisweilen $\{100\}$, $\{211\}$ und $\{311\}$.

48. Jakobsit findet sich bei Jakobsberg in körnigem Kalkstein mit Manganophyl, Kupfer, Hausmannit usw. zusammen; es gibt alle möglichen Übergänge zwischen diesem Mineral und Magnetit. Stücke von den Nordmarks-Gruben, die in der Sammlung als Jakobsit etikettiert sind, sind nur Magnetit. Bei Långban findet sich dagegen Jakobsit, der vom Verf. (Ausz. diese Zeitschr. **13**, 402) früher als Manganomagnetit beschrieben worden ist. Der von Glakärn und Sjögrufvan angegebene Jakobsit ist sicher inhomogen.

49. Plumboferrit von Jakobsberg; die Zusammensetzung dieses Minerales läßt sich nicht feststellen, da es unmöglich ist, es rein zu erhalten; durch magnetische Separation kann man es teilweise von dem Magneteisen, mit welchem es gemischt ist, trennen; es gibt doch in Beziehung zu Magnetismus alle mögliche Zwischenformen zwischen den beiden Mineralien. Der Plumboferrit bildet blättrige Massen mit Absonderungsflächen in einer Richtung und geringerer Teilbarkeit in anderen Richtungen. Nur ein Fall von Krystallbildung ist gefunden und es scheint, daß der Krystall mit Eisenglanz isomorph ist und mit Basis und Grundrhomboëder versehen ist; die Absonderung ist einer Rhomboëderfläche parallel. Auch bei Långban findet sich das Mineral vielleicht.

50. Chromeisenerz in derber Form von Svappavara und Anjeskutan?

51. Hausmannit findet sich in körnigem Zustand mit Eisenerzen zusammen zu Sjögrufvan, Pajsberg und der Harstigsgrube. Långban ist überhaupt die reichlichste Fundstelle für das Mineral, das sich hier in zwei Generationen findet, aus welchen die letzte aus kleinen, aber wohlausgebildeten Krystallen besteht; meistens sind sie nur von $\{111\}$ begrenzt, wozu oft noch $\{113\}$ kommt; seltener sind die Formen $\{101\}$ und $\{5.5.11\}$. Ein ganz anderer Typus hat die Formen $\{110\}$, $\{203\}$, $\{113\}$ und $\{111\}$; oft Zwillinge nach $\{101\}$. Bei Nordmark krystallisiert und körnig. Bei Jakobsberg flächenreiche Krystalle. Von den Änggruben kleine aber sehr schöne Krystalle, nur von $\{111\}$

begrenzt, meistens Zwillinge und Fünflinge. Aus diesen Krystallen erhält man das Axenverhältnis $a:c = 1:1,1661$. In den Gruben von Spexeryd hat der Verf. selbst körnigen Hausmannit gefunden mit kleinen Krystallen in Hohlräumen; Form $\{111\}$, bisweilen Zwillinge.

52. Braunit. Zweifelhaft sind die Vorkommen Glakärnsgrufvan, Sjögrufvan und Pajsberg; Långban ist dagegen die Hauptlokalität für Braunit. Hier sind Zwillingskrystalle gefunden worden, die von $\{100\}$, $\{001\}$ und $\{111\}$ begrenzt sind, mit $\{101\}$ als Zwillingsfläche. Bei Jakobsberg körniger Braunit; in den Spexeryd-Gruben, wo Manganit verwertet wird, findet sich ein sogenannter »Mangankiesel«, der nach einer Analyse von Mauzelius folgende Zusammensetzung hat: 10,90 SiO_2, 0,59 Fe_2O_3, 78,98 MnO, 0,08 MgO, 1,25 CaO, 0,07 BaO, 6,96 O, 0,06 SO_3, 0,51 H_2O, Summe 99,40; in Hohlräumen in dieser feinkörnigen Masse finden sich sehr kleine oktaëderähnliche Krystalle, möglicherweise Braunit.

53. Mennige von Långban, zweifelhaft.

54. Zinnerz, unvollkommen krystallisiert von Finbo bei Falun und Utö.

55. Rutil; die Lokalität Sala beruht vielleicht auf einer Etikettenverwechslung. Bei Käringbricka unregelmäßige Massen mit Turmalin in Pegmatit; bei Horsjöberg kommt der Rutil in Quarzit vor mit Lazulith, Cyanit und Pyrophyllit zusammen; an Wänden von Hohlräumen sitzen sehr kleine, ausgezeichnete Krystalle mit den Formen $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{301\}$, $\{111\}$, $\{117\}$, $\{313\}$; die Form $E\{117\}$ ist neu und bildet mit der Basis einen Winkel von $7^0 25'$. Ganz unansehnliche Vorkommen sind der Strömsholm bei Göteborg, Kalixfors und Parrajavara.

56. Anatas von Kjoland und Gräslotten ist früher bekannt geworden.

57. Pyrolusit wird an vielen Stellen technisch verwertet; die wichtigsten Lokalitäten sind Bölet und Spexeryd.

58. Diaspor findet sich am Horrsjöberg mit Pyrophyllit und Cyanit zusammen; in Spalten finden sich kleine stengelige Krystalle mit den Formen $\{010\}$, $\{210\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{212\}$. Die Angabe Broddbo in Dana's Mineralogie ist kaum richtig.

59. Göthit? Sehr kleine nadelförmige Krystalle auf Magnetit von Holmgrufvan gehören möglicherweise diesem Mineral an.

60. Manganit kommt bei Långban dicht und als kleine Krystalle in Hohlräumen in Dolomit vor; die Krystalle sind außerordentlich klein ($2 \times 0,2$ mm) und gehören zwei Typen an: 1. mit den Formen $\{110\}$, $\{100\}$, $\{270\}$, $\{011\}$, $\{001\}$: die neue Form $N\{270\}$ ist durch den Winkel $\{270\}:\{2\bar{7}0\} = 37^0 43'$ (ber. $37^0 24'$) bestimmt; 2. mit den Formen $\{110\}$, $\{100\}$, $\{270\}$, $\{011\}$, $\{121\}$; die letzte Form ist beinahe stets sphenoidisch ausgebildet. Von Klapperud-Eisengrube dichter Manganit. Die bekannte Mangangrube Bölet enthält wohl überwiegend Manganit; in Hohlräumen finden sich Krystalle, die jedoch meistens recht unvollkommen sind; nur einige sehr kleine sind wohl ausgebildet und besitzen in der Vertikalzone $\{010\}$, $\{110\}$, $\{210\}$ und $\{120\}$, als Endbegrenzung entweder nur $\{001\}$ und $\{133\}$ oder noch dazu $\{103\}$, $\{011\}$ und $\{493\}$. Aus den Winkeln $U:U = \{103\}:\{\bar{1}03\} = 24^0 34'$ und $\{011\}:\{0\bar{1}1\} = 58^0 45'$ werden folgende neue Elemente berechnet:

$$a:b:c = 0,8612:1:0,56289.$$

Die zweite neue Form $Q\{493\}$ ist durch ihre Zonenverbindungen bestimmt, die dritte $P\{133\}$ durch die Messungen:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{133\}:\{\bar{1}33\}$ =	21° 37′	21° 30′
$\{133\}:\{1\bar{3}3\}$	57 34	57 37

An Spexeryd findet sich dichter Manganit mit außerordentlich kleinen Krystallen in Hohlräumen.

61. Limonit findet sich als See- und Sumpferz verbreitet.

62. Brucit von der Ladugrube bei Persberg, blättrige Massen in Magnetit; andere mehr oder weniger zweifelhafte Lokalitäten sind die Lundagrube, die Änggruben, die Gruben von Nordmark, Jakobsberg und Långban.

63. Pyrochroit von Pajsberg, Nordmark und Långban sind früher beschrieben worden. Krystalle von Långban werden durch Liegen braun oder schwarz und undurchsichtig in den äußeren Partien. Einige rhomboëdrisch ausgebildete Krystalle sind gefunden mit den Formen $\{10\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$; die Form $o\{10\bar{1}2\}$, die an diesen Krystallen bei weitem die größte ist, ist neu und durch die Messungen $\{10\bar{1}2\}:\{0001\} = 39^0\,0'$ (ber. $38^0\,53'$) und $\{10\bar{1}2\}:\{10\bar{1}0\} = 50^0\,55'$ (ber. $51^0\,7'$) bestimmt. Ein sehr zweifelhaftes Skalenoëder $\{12.3.\overline{15}.1\}$ findet sich an einigen Krystallen.

64. Pyroaurit von Långban ist von Mauzelius neu analysiert worden mit dem folgenden Resultat: 23,20 Fe_2O_3, 0,21 MnO, 35,08 MgO, 0,54 CaO, 33,69 H_2O, 0,29 SiO_2, 6,91 CO_2, Summe 99,92. Der von Sjögren (Ausz. diese Zeitschr. **26**, 97) beschriebene Pyroaurit von Nordmark ist vielleicht ein anderes Mineral.

65. Psilomelan findet sich im Museum als zwei Stücke, bzw. vom Skidberg und Nålberg in Dalarne.

66. Kalkspat. (Nur die ansehnlicheren Vorkommnisse werden hier besprochen). Von Dannemora finden sich in der Sammlung einige sehr alte Stücke (von ca. 1700) mit Krystallen, die von $\{21\bar{3}1\}$ oder von $\{10\bar{1}0\}$ und $\{01\bar{1}2\}$ oder von $\{01\bar{1}2\}$ allein begrenzt sind; mit den letzten zusammen finden sich andere Krystalle, die von der Form $\{8.8.\overline{16}.3\}$ allein begrenzt sind. Andere Krystalle von Dannemora, die von $\{21\bar{3}1\}$ begrenzt sind, sind Zwillinge nach $\{01\bar{1}2\}$, andere wieder sind im mittleren Teil von $\{8.8.\overline{16}.3\}$ und an den beiden Enden von $\{21\bar{3}1\}$ begrenzt. Sala: entweder mehr einfache Krystalle, die von $\{21\bar{3}1\}$ oder $\{01\bar{1}2\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ begrenzt sind, oder mehr komplizierte mit Kombination $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{81\bar{9}7\}$ oder $\{20\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{07\bar{7}8\}$. Von Norberg Krystalle von $\{10\bar{1}0\}$ und $\{01\bar{1}2\}$ begrenzt, bisweilen in paralleler Verwachsung mit Eisenspat; andere von $\{01\bar{1}2\}$ begrenzt, sind in paralleler Stellung zu lockeren Aggregaten verwachsen. Bei Långban erbsengroße, wasserhelle Krystalle mit Inesit zusammen; Kombination: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}4\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $m^1\{50\bar{5}1\}$, $c^1\{14.7.\overline{21}.4\}$, $c^2\{13.8.\overline{21}.5\}$, $c^3\{43\bar{7}2\}$, $f^1\{7.3.\overline{10}.4\}$, $g^1\{21.8.\overline{29}.5\}$, $h^1\{16.14.\overline{30}.5\}$, $h^2\{21.21.\overline{42}.8\}$; die sieben letzten, neuen Formen sind durch Zonenverbände und durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{50\bar{5}1\}:\{40\bar{4}1\}$ =	2° 38′	2° 45′
$\{14.7.\overline{21}.4\}:\{0001\}$	77 26	77 39
$\{14.7.\overline{21}.4\}:\{40\bar{4}1\}$	18 46	18 30

	Gefunden:	Berechnet:
$\{14.7.\overline{21}.4\}:\{13.8.\overline{21}.5\}$	4 27	4 22
$\{13.8.\overline{21}.5\}:\{21\bar{3}1\}$	6 12	6 15
$\{7.3.\overline{10}.4\}:\{10\bar{1}1\}$	24 33	24 39
$\{7.3.\overline{10}.4\}:\{21\bar{3}1\}$	4 29	4 33
$\{43\bar{7}2\}:\{14.7.\overline{21}.4\}$	9 28	9 12
$\{21.8.\overline{29}.5\}:\{50\bar{5}1\}$	15 31	15 12
$\{21.21.\overline{42}.8\}:\{42.\overline{21}.\overline{21}.8\}$	58 34	58 25
$\{21.21.\overline{42}.8\}:\{10\bar{1}0\}$	32 20	32 18

Die Nordmarksgruben bilden die ansehnlichste Lokalität in Schweden für Kalkspat; von neuen Typen seien hier erwähnt: ein Krystall ist von einer neuen Form $N\{53\bar{8}2\}$ nebst kleinen Flächen von $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$ und $\{41\bar{5}6\}$; für die Form N sind durch Anlegegoniometer die beiden Polkantenwinkel zu $72^0 30'$ (ber. $72^0 54'$) und $42^0 15'$ (ber. $41^0 46'$) und der Seitenkantenwinkel zu $36^0 15'$ (ber. $36^0 8'$) bestimmt. Andere Krystalle besitzen die Formen $\{21\bar{3}1\}$, $\xi'\{11.9.\overline{20}.2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{04\bar{4}1\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $G^1\{7.3.\overline{10}.13\}$, $\{01\bar{1}2\}$ und noch eine Form, für welche entweder das Symbol $\{400.380.\overline{780}.117\}$ oder $\{10.10.\overline{20}.3\}$ angegeben wird; die anderen neuen Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{11.9.\overline{20}.2\}:\{20.\bar{9}.\overline{11}.2\}$	$= 52^0 48'$	$52^0 34'$
$\{11.9.\overline{20}.2\}:\{21\bar{3}1\}$	15 54	16 3
$\{7.3.\overline{10}.13\}:\{10.\bar{3}.\bar{7}.13\}$	18 55	19 0
$\{7.3.\overline{10}.13\}:\{\bar{7}.10.\bar{3}.13\}$	44 41	44 40
$\{7.3.\overline{10}.13\}:\{0001\}$	34 4	33 59

Ein Krystall war zusammengesetzt aus einer mittleren Partie mit $\{21\bar{3}1\}$, $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{8.5.\overline{13}.3\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{72\bar{9}2\}$ und zwei Endkalotten mit $\{8.1.\bar{9}.10\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$; Zwilling nach $\{0001\}$; ein anderer Krystall hatte die Formen $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{08\bar{8}7\}$ und die neue $i^1\{5.20.\overline{25}.4\}$ für welche der spitze Polkantenwinkel zu $21^0 28'$ (ber. $21^0 26'$) und der Winkel zur Basis zu $14^0 45'$ (ber. $14^0 46'$) gefunden ist; ein dritter Krystall war von $\{53\bar{8}2\}$ nebst $\{10\bar{1}0\}$ und $\{40\bar{4}1\}$ begrenzt. Recht gewöhnlich ist die Kombination $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$ und $\{40\bar{4}1\}$, namentlich gehört ein recht großer, prachtvoll ausgebildeter Krystall zu diesem Typus. Gewöhnlich sind auch Krystalle, die bloß vom Grundrhomboëder begrenzt sind, und oft Zwillinge nach $\{0001\}$ oder $\{01\bar{1}2\}$ sind; seltener sind Krystalle $\{21\bar{3}1\}$ mit $\{10\bar{1}1\}$ als Zwillingsebene.

Taberg bei Nordmark; hier finden sich Krystalle mit $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$ und andere mit $\{17.9.\overline{26}.8\}$, die oft miteinander verwachsen sind. Gewöhnlich sind Krystalle mit $\{21\bar{3}1\}$, $\{21.21.\overline{42}.8\}$, $\{41\bar{5}6\}$, $\{0.11.\overline{11}.1\}$, auch finden sich solche mit $\{04\bar{4}3\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{21\bar{8}1\}$. Von Grängesberg besitzt die Sammlung einen großen Krystall (Gewicht: 1,75 kg) mit sehr vollkommenen Flächen; die größeren Formen (mit Anlegegoniometer bestimmt) sind $\{21.21.\overline{42}.8\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$. Von Bäsinge kleine gelbe Krystalle mit $\{01\bar{1}1\}$ stark überwiegend, ferner $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $n^2\{28.16.\overline{44}.9\}$, $\{7.2.\bar{9}.11\}$, $\{11\bar{2}3\}$; für die neue Form n^2 ist der stumpfe Polkantenwinkel zu $40^0 52'$ (ber. $40^0 56'$) gemessen worden. Von Utö kommen acht verschiedene Typen, nämlich 1. $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$; 2. $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{43\bar{7}1\}$ oder $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{05\bar{5}4\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{21\bar{3}4\}$, $\{53\bar{8}2\}$; 3. $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$; 4. $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{03\bar{3}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$; 5. $\{08\bar{8}7\}$; 6. $\{08\bar{8}7\}$,

$\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $h^3\{4.20.\bar{24}.17\}$, $h^4\{9.45.\bar{54}.20\}$; die Flächen sind sehr gut ausgebildet, die neuen Formen durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{4.20.\bar{24}.17\}:\{\bar{4}.24.\bar{20}.17\}$	$= 14^0 12'$	$14^0\ 8'$
$\{4.20.\bar{24}.17\}:\{24.\bar{20}.\bar{4}.17\}$	75 55	75 55
$\{4.20.\bar{24}.17\}:\{0001\}$	52 16	52 16
$\{9.45.\bar{54}.20\}:\{\bar{9}.54.\bar{45}.20\}$	16 48	16 $34\frac{1}{3}$
$\{9.45.\bar{54}.20\}:\{0001\}$	68 1	67 58

Andere Krystalle haben beinahe dieselbe Kombination und noch dazu $h^8\{4.36.\bar{40}.31\}$ und $h^9\{22.38.\bar{60}.17\}$, für welche die stumpfen Polkantenwinkel zu bzw. $8^0 2'$ (ber. $8^0 2'$) und $40^0 18'$ (ber. $40^0 10'$) und die Winkel mit Basis zu bzw. $50^0 30'$ (ber. $50^0 31'$) und $71^0 51'$ (ber. $71^0 51'$) gefunden sind. 7. Ganz kleine, tafelförmige Krystalle mit $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{08\bar{8}7\}$, $h^5\{3.13.\bar{16}.8\}$[1], $h^6\{5.12.\bar{17}.8\}$, $h^7\{5.12.\bar{17}.29\}$; die drei letzten Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{3.13.\bar{16}.8\}:\{\bar{3}.16.\bar{13}.8\}$	$= 17^0 42'$	$17^0 47'$
$\{3.13.\bar{16}.8\}:\{0001\}$	61 8	61 10
$\{5.12.\bar{17}.8\}:\{3.13.\bar{16}.8\}$	4 56	4 50
$\{5.12.\bar{17}.8\}:\{0001\}$	61 51	61 48
$\{5.12.\bar{17}.29\}:\{0001\}$	27 27	27 14

Andere, etwas ähnliche Krystalle haben die Kombination $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $W\{13.11.\bar{24}.2\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\varphi^2\{0.10.\bar{10}.7\}$, $U\{24.8.\bar{32}.7\}$; die neuen Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{0.10.\bar{10}.7\}:\{0001\}$	$= 54^0 38'$	$54^0 38'$
$\{13.11.\bar{24}.2\}:\{24.\bar{11}.\bar{13}.2\}$	54 15	54 12
$\{13.11.\bar{24}.2\}:\{0001\}$	84 27	84 26
$\{24.8.\bar{32}.7\}:\{32.\bar{8}.\bar{24}.7\}$	26 57	26 58
$\{24.8.\bar{32}.7\}:\{0001\}$	76 11	76 11

8. Papierdünne Tafel mit $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$.

Auf der Insel Karta in Södertörn sind Krystalle gefunden mit den Formen $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{32\bar{5}1\}$. Von Skottvång Krystalle mit Apophyllit zusammen; Kombination $\{21\bar{3}1\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $h^x\{14.7.\bar{21}.12\}$, $\{25\bar{7}1\}$, $h^z\{27.45.\bar{72}.2\}$; die neuen Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{14.7.\bar{21}.12\}:\{21\bar{3}1\}$	$= 56^0 38'$	$56^0 42'$
$\{27.45.\bar{72}.20\}:\{0001\}$	72 18	72 $9\frac{1}{2}$
$\{27.45.\bar{72}.20\}:\{72.\bar{45}.\bar{27}.20\}$	41 19	41 23

In den Gruben von Kanntorp sind Krystalle gefunden worden, die von $\{01\bar{1}2\}$ und einem sehr steilen Rhomboëder begrenzt sind. Von Tunaberg, nebst einigen gewöhnlichen Typen, solche mit $\{0001\}$, $\{8.8.\bar{16}.3\}$, $\{11\bar{2}0\}$. Von Hesselkulla Skalenoëder $\{21\bar{3}1\}$, Zwillinge nach $\{02\bar{2}1\}$; ferner Krystalle mit $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{71\bar{8}9\}$, und vielleicht $\{25.9.\bar{34}.16\}$; andere Krystalle haben die Formen $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{71\bar{8}9\}$, $\{61\bar{7}5\}$,

1) Durch Druckfehler steht in der Abhandlung $\{6.13.\bar{16}.8\}$.

$\{41\bar{5}3\}$. Von der Knollegrube Skalenoëder, $L\{17.9.\overline{26}.8\}$ mit Polkantenwinkel 37° 28′ (ber. 37° 28′) und 74° 29′ (ber. 74° 42′). Von Vassvik zwei Typen: 1. $\{01\bar{1}2\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$; 2. $\{01\bar{1}2\}$, $\{17.9.\overline{26}.8\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$. Von Bölet teils prismatische Krystalle mit $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{05\bar{5}1\}$, teils skalenoëdrischen mit $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$ und bisweilen noch dazu $\{7.4.\overline{11}.3\}$, $\{10.7.\overline{17}.3\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $x^1\{11.3.\overline{14}.8\}$, $x^2\{22.7.\overline{29}.15\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $b^2\{9.4.\overline{13}.17\}$, $\{31\bar{4}5\}$; die neuen Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{11.3.\overline{14}.8\}:\{10\bar{1}1\}$ =	15° 28′	15° 49′
$\{22.7.\overline{29}.15\}:\{1\bar{1}02\}$	55 44	55 30
$\{9.4.\overline{13}.7\}:\{01\bar{1}2\}$	22 7	22 5

Andere Krystalle haben nur die Formen $\{7.4.\overline{11}.3\}$ und $i^1\{7.6.\overline{13}.2\}$ für welche die beiden Polkantenwinkel zu 63° 58′ (ber. 63° 56′) und 20° 59′ (ber. 21° 1′) gemessen sind; zu diesen Formen kommen bisweilen $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$ und $X^3\{29.15.\overline{44}.14\}$, für welchen die beiden Polkantenwinkel zu 36° 40′ (ber. 36° 42′) und 74° 57′ (ber. 75° 0′) gemessen sind. Andere Krystalle sind wieder von $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{7.6.\overline{13}.2\}$ und $\{4.8.\overline{12}.5\}$ begrenzt, und noch andere von $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{7.6.\overline{13}.2\}$ und $\{4.8.\overline{12}.5\}$ begrenzt, und noch andere von $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{17.9.\overline{26}.8\}$ und $\{52\bar{7}9\}$. Bei Visby sind Krystalle gefunden worden mit den Formen $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{5.5.\overline{10}.1\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{17.2.\overline{19}.15\}$, $\{7.28.\overline{35}.9\}$; andere haben die Kombination $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$ und sind gewöhnlich Zwillinge nach $\{01\bar{1}2\}$. Ganz ähnliche Kombination, doch ohne Zwillingsbildung, von Djupdya. Von Östergarnholm rauchschwarze Krystalle mit $\{21\bar{3}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{08\bar{8}7\}$. Von Gustafsberg $\{32\bar{5}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$ und $\{01\bar{1}2\}$, $\{32\bar{5}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{40\bar{4}1\}$. Bei Gellivare Malmberg sind verschiedene Typen vom Verf. selbst gefunden worden: $\{11\bar{2}0\}$, $\{6.5.\overline{11}.1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$. — $\{7.6.\overline{13}.1\}$. — $\{8.8.\overline{16}.3\}$, $\}21\bar{3}1\}$.

67. Ankerit von der Knolle- oder Förhoppningsgrube; kleine, schwachgelbe Krystalle in Quarz; sie sind von Mauzelius analysiert worden: 18,74 FeO, 0,88 MnO, 7,91 MgO, 29,28 CaO, 43,59 CO_2, 0,10 ungelöst, Summe 100,50.

68. Eisenspat. Von Norberg kleine Grundrhomboëder, auf Kalkspat in paralleler Stellung aufgewachsen; andere kommen mit Quarz zusammen vor. Von der Lemåsegrube sehr kleine Krystalle auf Eisenglanz: von Insjö Kupfergrube kleine Krystalle auf Chlorit.

69. Manganspat. Bei Långban schöne Krystalle (bis 2 cm) in körnigem Manganspat oder manganhaltigem Kalkspat. In den Gruben von Nordmark finden sich oft Krystallkrusten von Manganspat.

70. Aragonit. Von Långban undeutliche, nadelförmige Krystalle in Granatskarn; von Nordmark sehr kleine und undeutliche Krystalle.

71. Cerussit. Kallmora, die ansehnlichste Lokalität, ist früher beschrieben worden (von Johansson: Ausz. diese Zeitschr. 1895, **24**, 138). Von Christiersberg ganz kleine Krystalle mit $\{010\}$ und $\{021\}$, gewöhnliches Zwillingsgesetz. Die Krystalle von Harstigen sind vom Verf. (Ausz. diese Zeitschr. 1891, **19**, 97) früher beschrieben worden.

72. Bastnäsit.

73. Malachit ist an verschiedenen Stellen in ganz geringer Menge als Überzug gefunden.

74. Kupferlasur findet sich an denselben in ähnlicher Weise. Von der Grube Gnällau bei Norberg besitzt das Museum ganz kleine Krystalle, die von {100}, {001}, {025}, {021}, {101}, {$\bar{1}$01}, {110}, {111} und {$\bar{2}$21} begrenzt sind.

75. Hydrocerussit.

76. Lantanit von Bastnäs. Auf diesem Mineral sind neue krystallographische Untersuchungen vorgenommen worden, die die Elemente:

$$a:b:c = 0{,}93961:1:0{,}8924$$

ergeben haben aus den Fundamentalwerten {111} : {001} = 52° 30′ und {110} : {1$\bar{1}$0} = 86° 26′. Die Krystalle sind entweder dünntafelförmig mit {001}, {100}, {010}, {111} oder dick tafelförmig mit {110} noch dazu und dann stets Zwillinge nach {110}. Die Form b{010} ist für das Mineral neu, ebenso die Zwillingsbildung.

77. Tengerit. Ref.: O. B. Böggild.

11. B. Karandéeff (aus Moskau, in Berlin): **Über die Krystallform und die optischen Eigenschaften des Bleiformiates** (Centralbl. f. Min. 1910, 17—24).

Dargestellt durch Einwirkung von Ameisensäure auf Bleicarbonat und mehrfach umkrystallisiert.

Rhombisch-sphenoidisch.

Formen {010}, {001}, {110}, {011}, {101}, {111}, {1$\bar{1}$2}, {021}? und {150}?

$$a:b:c = 0{,}74538:1:0{,}84656.$$

Für die Fraunhoferschen Linien:	Brechungsexponenten α	β (berechnet):	γ	Axenwinkel $2:V$
B	1,7787	1,8360	1,8724	70° 34′
C	1,7813	1,8435	1,8747	70 12½
D	1,7895	1,8515	1,8869	69 56½
E	1,8008	1,8680	1,9016	69 15½
F	1,8112	1,8783	1,9158	68 47½
G	1,8295	1,9057	1,9397	67 38

Optisch negativ; Dispersion der Axen $\varrho > \nu$. Ref.: E. Kaiser.

12. Robert C. Wallace (in Göttingen): **Einige Beobachtungen betreffend den Dimorphismus der Ammoniumhaloide** (Ebenda 33—36).

Ausgehend von Mitteilungen von Stas, Gossner (diese Zeitschr. **38**, 128; **40**, 70), Krickmeyer (diese Zeitschr. **30**, 636), Fock (diese Zeitschr. **28**, 355) und O. Lehmann (diese Zeitschr. **10**, 321) untersuchte Verf. die beobachteten Umwandlungen unter genauer Bestimmung der Umwandlungstemperaturen.

Ammoniumchlorid zeigt eine reversible Umwandlung bei 159° (Messung u. d. M. mit Thermoelement sowie mit Dilatometer), bei 152° (nach Bestimmung mit Nacken'schem optischen Ofen). Volumenabnahme bei Umwandlung in die bei niedriger Temperatur stabile Modifikation.

Ammoniumbromid. Umwandlung bei 109°, größere Wärmelösung, aber kleinere Volumänderung als die des NH_4Cl.

Ammoniumjodid zeigt keine Umwandlung innerhalb eines Intervalles von — 16,5 bis 220°.

Ref.: E. Kaiser.

13. M. Henglein (in Freiberg i. S.): **Topas von Epprechtstein** (Centralbl. f. Min. 1910, 36—37).

Die früher (s. d. Zeitschr. 49, 484) beschriebene Kombination ist in {001}, {110}, {120}, {021}, {103} richtigzustellen. Ein neu gefundener Krystall zeigte außerdem noch {112}.

Ref.: E. Kaiser.

14. St. J. Thugutt (in Warschau): **Über den Eisenglanz als Zersetzungsprodukt der Feldspäte** (Ebenda 65—68).

Weist darauf hin, daß die rote Färbung mancher Zersetzungsprodukte auf die Abspaltung aus den Feldspäten selbst zurückzuführen ist.

Ref.: E. Kaiser.

15. J. Schmutzer (in Utrecht): **Optische Anomalien der gesteinsbildenden Apatite** (Ebenda 68).

Optische Zweiaxigkeit des Apatit (vgl. Löffler, Ausz. diese Zeitschr. **51**, 411) wurde vom Verf. an Effusivgesteinen aus dem westlichen Müllergebirge, Zentral-Borneo, beobachtet.

Ref.: E. Kaiser.

16. R. Lang (in Tübingen): **Über eine Einteilung nichtmetamorpher Sedimente in Tiefenzonen nach der Ausbildung ihrer Fe- und Al-Mineralien** (Ebenda 69—76).

Ausgehend von den speziellen Verhältnissen in den Gebieten des schwäbischen Stubensandsteins weist Verf. darauf hin, daß infolge der von oben eindringenden Kohlensäure- und Sauerstoff-führenden Lösungen Auflösungen und Neubildungen in verschieden großem Maße erfolgen. Hiernach lassen sich unter Anlehnung an eine von Krusch (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **47**, 396) gegebene Einteilung ähnlicher Zonen bei Erzlagerstätten auch die normalen Sedimente nach der chemisch-mineralogischen und der petrographisch-strukturellen Beschaffenheit von der Erdoberfläche aus unter unserem Klima in folgende 5 Zonen unterscheiden:

5. Verwitterungszone (Einwirkung vorzugsweise mechanischer Kräfte).
4. Oxydationszone (Einwirkung von O_2).
3. Zementationszone (Grenze der CO_2- und O_2-Zone).
2. Zone der Diagenese (Einwirkung von CO_2).
1. Primäre Zone.

Zum Teil decken sich die bemerkenswerten Ausführungen mit den ausführlichen Angaben von van Hise (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **43**, 305—314).

Ref.: E. Kaiser.

17. N. Kišpatić (in Agram, Kroatien): **Brucitamphibolit aus Krndija in Kroatien** (Ebenda 153—155).

Im Krndija-Gebirge bei der Ortschaft Netovo gefundene Geschiebe bestehen aus Hornblende ($\mathfrak{a}$ blaßgrün, $\mathfrak{b}$ grün, $\mathfrak{c}$ bläulichgrün; $c:\mathfrak{c}$ 19°; $\gamma-\alpha$ 0,0247), Brucit in unregelmäßigen Blättchen und Rutil. Ref.: E. Kaiser.

18. A. Johnsen (in Kiel): **Demonstration der Polarisationsazimute konvergenter Lichtstrahlen beim Austritt aus doppeltbrechenden Krystallplatten** (Centralbl. f. Min. 1910, 193—194).

Die gewöhnlichen Projektionsschirme sind nicht geeignet, weil sie das auffallende linearpolarisierte Licht depolarisieren. Dagegen sind Schirme aus Metallglas oder mattierten Metallflächen wohl geeignet (vgl. diese Zeitschr. **53**, 310).

Ref.: E. Kaiser.

19. C. Gagel (in Berlin): **Beobachtungen über Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen in jungvulkanischen Gesteinen** (Ebenda 225—233, 271—280).

Bei Caniçal auf Madeira beobachtete Verf. Ringe bis zu 100 m Durchmesser) im Trachydolerit, die am Rande in Spalten und Zwickeln zwischen den schalig abgesonderten Kugeln des frischen, festen Trachydolerits weiße, ziemlich feste, nicht abfärbende Massen von Steinmark führen, im Innern aber eigentümlich violettgraubraune, graublaue bzw. intensiv rote, ganz weiche, mürbe Massen, die die Trachydoleritstruktur zeigen.

Diese durch »postvulkanisch-pneumatolytische Vorgänge bzw. durch irgendein Thermalwasser, einen Säuerling« bewirkten Umwandlungsprodukte zeigen nach der Formel Kaolinzusammensetzung, gehören aber nicht zum krystalloiden Kaolinit, sondern zum entsprechenden Gel (kolloider Kaolinton). Anknüpfend an eine kurze Untersuchung des Ref. wird dann eingehend die Frage behandelt, daß die Zersetzungsprodukte nicht beauxitischer Natur sein können. (Auf diese Bemerkungen hier näher einzugehen, muß ich mir versagen, besonders da sich in einer zusammenfassenden Darlegung über die Beauxitfrage demnächst Gelegenheit gibt, die Verhältnisse näher zu behandeln. Ref.)

Am Pik von Teneriffa wurden 1—3 m tief zersetzte phonolithische Laven beobachtet. Die Analysen der weißen Zersetzungsmassen, die nicht mit der normalen hellen Verwitterungsrinde der Phonolithe identisch sind, beweisen, daß sicher kein krystalloider Kaolinit beteiligt ist.

Trachydolerite sind auf Madeira weit- und tiefgehend (regional), ebenfalls unter vollständiger Erhaltung der ursprünglichen Gesteinsstruktur, zu kaolinartigen Massen zersetzt. Ref.: E. Kaiser.

20. J. Samojloff (in Moskau): **Über die mineralogische Bedeutung der Vegetationsversuche** (Ebenda 257—262). (Vgl. auch Ausz. diese Zeitschr. **52**, 516.)

Verf. stellte Vegetationsversuche an, um aus der Entwicklung der Pflanze auf die Beweglichkeit verschiedener Bestandteile des Minerals Rückschlüsse zu ziehen. So wurden in Quarzsandkulturen Weizen, Buchweizen und Wicke gezogen und jeweils Orthoklas (Monte Fibia, Gotthard), Mikroklin (Mursinka), Sanidin (Wehr, Eifel) oder Leucit, in anderen Versuchen Apophyllit (Seiser Alpe) oder Phillipsit (Wingendorf, Lauban, Schlesien) zugesetzt. Die Pflanzen zeigten sich auf Mikroklin nie schwächer entwickelt als auf Orthoklas, jedoch auf Sanidin bedeutend besser entwickelt. Kali aus dem Apophyllit ist den Pflanzen etwas

weniger zugänglich als aus Orthoklas, dagegen wird es leichter assimiliert aus Phillipsit als aus Orthoklas.

Ref.: E. Kaiser.

21. R. Nacken (früher in Berlin, jetzt in Leipzig): **Über die Umwandlungserscheinungen in Mischkrystallen aus Natriumsulfat mit Kaliumsulfat** (Centralbl. f. Min. 1910, 262—271).

Die Untersuchungen von Nacken über das System $Na_2SO_4 — K_2SO_4$ (Ausz. diese Zeitschr. 47, 672) waren von Jaenecke (Ausz. diese Zeitschr. 49, 625) nicht bestätigt worden. Nacken gibt daraufhin Vervollständigungen zu seiner ersten Arbeit und weist nach, daß die Abweichungen bei den Versuchen von Jaenecke darauf beruhen, daß bei diesen Versuchen nicht hinreichend durch Rühren der erstarrenden Schmelze für Gleichgewicht zwischen Bodenkörper und Schmelze gesorgt wurde.

Ref.: E. Kaiser.

22. R. van der Leeden (in Berlin): **Über das Verhalten der Feldspatresttone und der Allophantone gegen Essigsäure** (Ebenda 289—295).

Das Verhalten gegen $^1/_{10}$ norm. Essigsäure erscheint als ein charakteristisches Unterscheidungsmittel zwischen Allophantonen und Kaolintonen. Verglichen wurden Allophan von Ohio und geschlämmter Kaolin von Zettlitz bei Karlsbad. In einen elektrisch betriebenen Schüttelapparat (Kasten an vier Bändern aufgehangen, etwa 80 mal in der Minute hin- und herschwingend) wurden die mit den festen Substanzen und mit Essigsäure beschickten Flaschen acht Tage lang bei Zimmertemperatur in Bewegung gehalten, bei Anwendung von 6 $^0/_0$iger und 12 $^0/_0$iger Essigsäure. Zettlitzer Kaolin wird nach den im Original nachzusehenden Analysen durch Behandeln mit verdünnter Essigsäure wesentlich schwächer in Lösung gebracht als Allophan von Ohio.

Ref.: E. Kaiser.

23. F. Cornu († in Leoben): **Zur Frage der Färbung des blauen Steinsalzes** (Ebenda 324—331).

W. Prinz hatte, trotz der bereits vorliegenden älteren Angaben von Siedentopf (diese Zeitschr. 44, 184; 47, 87) und Cornu (diese Zeitschr. 49, 406), behauptet, daß die Frage nach der Natur des blauen Farbstoffes noch offen sei. Demgegenüber bespricht Verf. die wesentlichen Beobachtungen zur Frage der Färbung des blauen Steinsalzes.

Von neuen Beobachtungen verweist er darauf, daß das blaue Steinsalz der primären Salzablagerung vollständig fremd sei, daß es sich in jungen, Steinsalz- und Sylvin-führenden Spalten in parallepipedischen Spaltstücken finde, die partiell blau gefärbt seien, daß aber das blaue Steinsalz älter sei als die übrige Füllmasse der Gänge. Wo die das blaue Salz führenden Gänge stark verdrückt und verquetscht seien, finden sich die Stücke mit der Mikrostruktur, den Gleitlamellen, denen parallel sich der Farbstoff eingelagert habe. Als Makrostruktur wird die Orientierung der Einlagerung des Farbstoffes parallel {100} bezeichnet, die gewöhnlich parallel einer einzigen Würfelfläche erfolgte. Die Mikrostruktur soll bei mehr oder weniger allseitigem Gebirgsdruck, die Makrostruktur bei einseitigem Stoß oder Druck entstanden sein.

Das Agens für die Färbung sieht Verf. in dem Radium, dessen Emanationen nach Precht in den Staßfurter Salzablagerungen eine große Rolle spielen. Auch

die Färbung mancher anderen Minerale (Fluorit, Amethyst, blaugrüner Baryt, blauer Cölestin, violetter Calcit) könnten auf die Radiumwirkung zurückgeführt werden, wofür auch die Paragenesis mancher dieser gefärbten Mineralien spricht. (Man vgl. hierzu auch Doelter, Ausz. diese Zeitschr. **50**, 82—84, 616.)

Ref.: E. Kaiser.

24. Werner (in St. Andreasberg) und **Fraatz** (in Clausthal): **Samsonit, ein manganhaltiges Silbermineral von St. Andreasberg** (Centralbl. f. Min. 1910, 331—336).

W. Bruhns (in Claustal): **Krystallform des Samsonit von St. Andreasberg** (4. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Ver. zu Hannover, 1911).

Vorkommen: Samsoner Gang der Silbergruben zu St. Andreasberg. In Drusen in zerhacktem Quarz zusammen mit Pyrargyritkrystallen, etwas Bleiglanz, Spuren von Fahlerz, Kupferkies, wenig Silberkies, in einer anderen Druse ohne Pyrargyrit auf zerfressenem Quarz und Calcit, mit Pyrolusit. In beiden Drusen als jüngere Bildung Apophyllit.

Die Analyse des rot durchscheinenden Minerales durch Fraatz ergab:

		Ber. auf 100:	Molek.-Verh.:
Ag	45,95	46,61	4,00
Sb	26,33	26,71	2,05
Mn	5,86	5,94	1,00
S	20,55	20,74	5,99
Cu	0,18		
Fe	0,22		
$CaCO_3$	0,41		
$MgCO_3$	0,46		
Pb, As, SiO_2	Spuren		
	99,86	100,0	

Formel $Sb_2S_6Ag_4Mn$ oder $Sb_2S_3 . 2\,Ag_2S . MnS$.

Farbe stahlschwarz, rot durchscheinend. Krystallform monoklin nach den Bestimmungen von Bruhns.

$$a : b : c = 0,74293 : 1 : 0,82042. \quad \beta = 59^\circ 14'.$$

Formen $\{011\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{2}03\}$, $\{101\}$, $\{201\}$, $\{\bar{2}12\}$, $\{010\}$ und stark gestreifte und gekrümmte Prismenflächen, wahrscheinlich $\{120\}$, $\{140\}$, $\{450\}$. Krystalle prismatisch, in der Prismenzone stark gestreift.

	Gemess.:	Berechn:
$(0\bar{1}1):(011)$	*70° 22′	—
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}11)$	*68 06	—
$(\bar{1}11):(011)$	*52 46	—
$(001):(011)$	35 10	35° 11′
$(001):(\bar{1}01)$	65 08	65 22
$(001):(\bar{2}03)$	45 11	45 25
$(\bar{2}03):(\bar{1}01)$	19 51	19 56
$(203):(101)$	76 29	76 39
$(101):(201)$	10° 57′	10° 28′
$(\bar{1}11):(\bar{2}12)$	15 20	15 24
$(001):(120)$	71 30	71 36
$(001):(140)$	79 35	79 15
$(120):(450)$	13 36	13 18
$(1\bar{2}0):(120)$	103 30	103 46
$(\bar{1}20):(1\bar{4}0)$	59 53	59 30

Werner führt die Bildung des *S.* darauf zurück, daß auf die primären Mineralien, unter denen sich Antimonsilber und Manganoxyd befanden, Schwefelwasserstoff einwirkte. Er hält es für nicht unwahrscheinlich, daß die früher in den Silbererzgängen gefundenen, für Miargyrit gehaltenen Krystalle ebenfalls Samsonit sind. Dies wird durch Bruhns an als Miargyrit bezeichneten Krystallen bestätigt.

Ref.: E. Kaiser.

25. A. Johnsen (in Kiel): **Über den Krokydolith von Griqualand West** (Centralbl. f. Min. 1910, 353—356).

Nach Aufzählung der bisher beschriebenen Amphibole mit normalsymmetrischer Axenebene weist Verf. darauf hin, daß der Krokydolith von Griqualand West nach der optischen Untersuchung ebenfalls zu den Amphibolen mit normalsymmetrischer Axenebene gehören müsse.

Ref.: E. Kaiser.

26. F. Zyndel (in Basel): **Über Quarzzwillinge nach $\xi\{11\bar{2}2\}$ P 2 von Brusson (Piemont)** (Ebenda 356—359).

Die Angaben dieser Notiz sind in der Arbeit des Verfs. in dieser Zeitschr. **53**, 15—52, ausführlich mitgeteilt.

Ref.: E. Kaiser.

27. M. Lazarevič (in Leoben): **Ein neues Triplitvorkommen in Nordwestböhmen und seine Begleiter** (Ebenda 385—388).

Fundort beim Kurort Königswart bei Marienbad, aus einem Pegmatitgang.

Der Triplit zeigt 1. derbe, grobkörnige Aggregate, dunkelbraun mit nach einer Richtung deutlicher Spaltbarkeit, 2. feinkörnige Aggregate, mit mattem Aussehen, undeutlicher Spaltbarkeit, lichtbrauner Färbung. Optische Eigenschaften: Spaltblättchen zeigen Austritt einer optischen Axe, positiven Charakter, schwache Dispersion der optischen Axen $\varrho > \nu$; Pleochroismus $\underset{\text{braun}}{\alpha} > \underset{\text{hellbraun}}{\beta \geqq \gamma}$. Doppelbrechung sehr stark; $2V_\gamma = 80—85^0$. Spez. Gewicht 3,875.

Die Begleitmineralien — neben den Hauptbestandteilen Quarz, Feldspat und Glimmer, Muskovit und Biotit — Triplit, Turmalin, Pyrit, Kupferkies, Malachit, Fluorit, Sericit, Chlorit und ein graues, dichtes Phosphat, das den Triplit umrandet, werden näher beschrieben.

Ref.: E. Kaiser.

28. J. Schmutzer (in Utrecht): **Über Zonarstruktur, Rekurrenz und Resorption** (Ebenda 389—390).

Plagioklase der Amphibolandesite aus dem westlichen Müllergebirge (Zentral-Borneo) zeigen mehrfache Wiederholung von *Ab*-reicherer und -ärmerer Substanz.

Die Schalen besitzen eine ausgezeichnete Idiomorphie, so oft sie von einem *Ab*-reicheren Gemenge umgeben sind, im entgegengesetzten Falle jedoch, infolge kräftiger Korrosion, einen unregelmäßigen, zackigen Umriß. Die Rekurrenz wird durch Resorption eingeleitet.

Ref.: E. Kaiser.

29. W. T. Schaller (in Washington): **Der Brechungsexponent von Kanadabalsam** (Ebenda 390—391).

E. A. Wülfing (in Heidelberg): **Über die Lichtbrechung des Kanadabalsams** (Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. d. Wissensch., math.-nat. Klasse, 1911, **20.** Abhandl., 26 S.).

Die Werte von Schaller sind in dieser Zeitschr. **53**, 314, bereits mitgeteilt.

Wülfing bestimmte die Lichtbrechung des Balsams an den Schliffen der Heidelberger petrographischen Sammlung unter Benutzung von 8 Mineralien, die im Balsam eingebettet waren, oder am Balsam allein mit einem Totalreflektometer Abbé-Pulfrich'scher Konstruktion aus der Fueß'schen Werkstatt. Die für die Bestimmung der Lichtbrechung des Kanadabalsams in Betracht kommenden Mineralien wurden zum Teil auf ihren Brechungsindex genauer untersucht: 1. Albit. 2. Chalcedon (grobfaseriger, wahrscheinlich brasilianischer Achat) $\alpha = \beta$ oder $\omega = 1{,}530 \pm 0{,}001$; γ oder $\varepsilon = 1{,}538 \pm 0{,}001$; $\varepsilon - \omega = + 0{,}008 \pm 0{,}001$. 3. Oligoklasalbit. 4. Cordierit $\alpha = 1{,}534 \pm 0{,}003$, $\beta = 1{,}539 \pm 0{,}003$, $\gamma = 1{,}541 \pm 0{,}003$ (Mittel aus älteren Angaben). 5. Nephelin I (Vesuv), II (Hot Springs).

	ε	ω	$\varepsilon - \omega$
Nephelin I	1,5378	1,5418	0,0040
» II	1,5417	1,5466	0,0049

6. Oligoklas. 7. Steinsalz. 8. Quarz.

Die Lichtbrechung des Kanadabalsams (n_k) bei den Schliffen der Heidelberger Sammlung liegt zwischen 1,533 und 1,541. Trockener Kanadabalsam erniedrigt seinen Brechungsexponenten bei mittlerer Temperatur im Durchschnitt um 0,00033 für 1° Temperatursteigerung. Nur in seltenen Fällen steigt n_k bis zu ω-Quarz (1,544) und fällt ebenso selten unter 1,533; solche extremen Werte werden auf Fabrikationsfehler zurückgeführt. Erhöhte Lichtbrechung ist nicht immer mit Gelbfärbung verbunden. An der Luft wird jeder Kanadabalsam, aber nur an der Oberfläche, gelb, spröde und höher lichtbrechend. Durch Deckglas oder eine Kruste geschützter Kanadabalsam altert nur an der Oberfläche und an den Rändern der Deckgläser, sodaß man zur besseren Konservierung der zentralen Teile der Dünnschliffe die Ränder mit einem Balsamwulst zu umgeben hätte.

Ref.: E. Kaiser.

30. A. L. Day und **F. E. Wright** (in Washington): **Heizmikroskope** (Centralbl. f. Min. 1910, 423—425).

Das im geophysikalischen Laboratorium der Carnegie-Institution in Washington konstruierte Heizmikroskop soll gegenüber dem von Doelter (diese Zeitschr. **51**, 409) folgende Vorzüge besitzen: 1. Die Erhitzungsgewinde befinden sich auf der Innenseite der Heizröhre, statt auf der Außenseite. Der Ofen hat einen größeren Temperaturbereich und erfordert weniger Wärme beim Betrieb. Gleichmäßigere Temperatur wird bei größerer Länge im Verhältnis zum Durchmesser der Röhre erreicht. 2. Unstabile Kieselsäure oder andere lösliche Substanz wird mit dem Präparat nicht in Berührung gebracht zur Vermeidung von Verunreinigungen. 3. Das Präparat liegt direkt auf den geteilten Drähten des Thermoelementes. 4. Die Drahtdicke des Thermoelementes beträgt 0,2 mm ($\frac{1}{9}$ der entsprechenden Dimension bei Doelter). 5. Das hindurchgehende Licht trifft im heißen Teile des Ofens nur den Krystall. 6. Der Ofen ist ganz von einem Wassermantel umgeben, der die Beschädigung der optischen Teile durch Erhitzung verhindert. 7. Das Mikroskop ist mit drehbarer Polarisationseinrichtung versehen.

Ref.: E. Kaiser.

31. O. Stutzer (in Freiberg, Sachsen): **Über primären Calcit im Eläolithsyenit des Botogolsky-Golez in Ostsibirien (Graphitgrube Alibert)** (Centralbl. f. Min. 1910, 433—435).

Calcit wird von einem einheitlichen, optisch gleich orientierten Biotitkranze umgeben und umschließt selbst oft Einschlüsse von Graphit. Der Biotit wird von ebenfalls frischen Mineralien, Feldspat und unzersetztem Eläolith, umgeben. Der Calcit wird als primäre Krystallisation gedeutet, die relativ gleichzeitig mit der Krystallisation der übrigen Mineralien im Schmelzflusse erfolgte, wobei aber gleichzeitig darauf aufmerksam gemacht wird, daß er wahrscheinlich älterem Kalkstein im sedimentären Nebengestein entstammt.

Ref.: E. Kaiser.

32. M. v. Schwarz (in München): **Eine einfache Wage zur Bestimmung der Dichte** (Ebenda 447—454).

Derselbe, Zwei neue Modelle der Dichtebestimmungswage (Ebenda 1913, 565—570).

Verf. konstruierte eine von ihm neuerdings noch verfeinerte Wage, die in der Bauart den Briefwagen ähnlich ist. An dem doppelseitigen Hebel ist an dem einen Arm ein Zeiger befestigt, der die Wägungen an einer Skala, im Quadrantensystem, anzeigt. Der andere Hebel trägt die Wagschalen, die doppelt, wie bei der hydrostatischen Wage, übereinander angebracht sind. Die Bestimmung des spez. Gewichtes von festen Körpern wird ähnlich wie bei der hydrostatischen Wage ausgeführt. Zur Bestimmung des spez. Gewichtes von Flüssigkeiten ist ein Senkkörper, von bestimmtem Volumen und absolutem Gewicht, beigegeben. Die Genauigkeit soll sich mit absoluter Sicherheit auf die erste Dezimalstelle erstrecken; die zweite Dezimalstelle soll nach den Beobachtungen des Verfs., von denen mehrere Listen im Originale gegeben werden, nur wenig schwanken. Es soll gelingen, 20—30 Dichtebestimmungen in einer Stunde auszuführen.

Die verschiedenen vom Verf. beschriebenen Modelle unterscheiden sich dadurch, daß der Meßbereich der einzelnen Wagen verschieden ist und damit die einzelnen Modelle zu verschiedenen Zwecken geeignet macht. Die Skala des älteren Modelles reicht für Mineralien von $\frac{3}{10}$—10 g aus und ist von 0—3,3 g in $\frac{1}{100}$ g, von 3—10 g in $\frac{1}{20}$ g geteilt. Die Skala eines neueren Modelles reicht bis 100 g. Eine weitere neuere Wage ist speziell für Edelsteinhändler bestimmt, aber wohl auch für mineralogische, krystallographische und petrographische Untersuchungen recht geeignet. Der Meßbereich der Skala erstreckt sich bis 800 Milligramm, bei zwei Skalen, von denen die eine sich von 0—320 mg, in Milligramme geteilt, die andere von 300—800 mg erstreckt, letztere mit Teilstrichen von 5 mg Intervall.

Die Wagen scheinen für alle Untersuchungen, bei denen das spez. Gewicht als Kennzeichen zur Unterscheidung benutzt wird, die neuerdings beschriebenen Modelle auch für die verschiedensten genaueren mineralogischen und petrographischen Untersuchungen recht praktisch zu sein. Lieferant: A. Dresdner, Wagenfabrik, Merseburg a. d. Saale.

Ref.: E. Kaiser.

33. R. Nacken (in Leipzig): **Über einen Rührapparat, der die Herstellung der Gleichgewichte in krystallisierenden Schmelzen befördert** (Ebenda 1910, 454—461).

Um eine vertikal aufgestellte Röhre, die das Thermoelement trägt, läßt sich, rotierbar, eine Hülse aus Porzellan oder Marquardt'scher Masse befestigen, die unten an einem Wulste, mit feuerbeständigem Kitte befestigt, einen V förmig gebogenen Rührer aus Platin trägt.

Die Wirkung des Rührers wird an den Abkühlungskurven von geschmolzenem Bleiorthosilikat Pb_2SiO_4, ohne und mit Rühren wie Impfen mit Keimen des krystallisierenden Salzes, gezeigt. Die Erstarrungstemperatur erhält man, wenn gleichzeitig geimpft und gerührt wird.

Ein intensives Durchrühren der Schmelzen ist unerläßlich bei der Erstarrung von Mischkrystallen.

Ref.: E. Kaiser.

34. E. Sommerfeldt (in Aachen): **Eine Erweiterung der Suspensionsmethode zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes** (Centralbl. f. Min. 1910, 482—488).

Als Material für Schwimmer zur Bestimmung des spez. Gewichtes von Mineralien mit höherem spez. Gewichte als die zu benutzende schwere Lösung empfiehlt Verf. Aluminium, das in Hakenform oder zu einer Spiralkonusform gebogen werden muß.

Als Flüssigkeiten bei Anwendung metallener Schwimmer dürfen die quecksilberhaltigen nicht genommen werden; besser ist Methylenjodid, so lange dieses kein freies Jod enthält, das man am einfachsten durch Zusatz von minimalen Mengen von festem Natriumthiosulfat oder Natriumsulfit zur Lösung entfernt. Unbedenklich erscheint auch die Anwendung von Acetylentetrabromid und Äthylenbromid.

Zur Vereinfachung der Formel zur Berechnung des spez. Gewichtes bei Benutzung der Schwimmer schlägt er vor, das absolute Gewicht des Schwimmers gleich dem des Mineralkornes zu machen. Die Formel lautet dann $d = D:(2 - D/d_1)$, worin d das spez. Gewicht des Minerales, D das der Flüssigkeit, d_1 das des Schwimmers ist. Die Gleichheit der absoluten Gewichte von Schwimmer und Mineralkorn erreicht man durch genaues Abwiegen des Minerales, eventuelles Abschaben oder dgl. Bei wertvollen Mineralien, die nicht zerkleinert werden dürfen, wendet man mehrere miteinander fest zu verhakende Schwimmer an, von denen man am besten einen ganzen Satz anfertigt (etwa 0,5, 0,2, 0,2, 0,1, 0,05 usw. g). Geeigneter ist aber, bei der alten Formel zu bleiben, den Schwimmer möglichst klein zu wählen und mit der schwersten Flüssigkeit zu arbeiten.

Aus mehreren Gründen wird Acetylentetrabromid besonders empfohlen.

Ref.: E. Kaiser.

35. R. van der Leeden (in Berlin): **Über ein durch atmosphärische Verwitterung entstandenes Kaolinvorkommen bei Schwanberg in Steiermark** (Ebenda 489—492).

Ein Pegmatitgang von Schwanberg am Ostfuße des Koralpenzuges soll nach Canaval ausschließlich durch atmosphärische Verwitterung zu Kaolin verwittert sein. Aus einer weißen, bröckligen, von festen Gesteinsteilen durchsetzten Masse von erdiger Beschaffenheit, die nach einer Analyse aus einem Feldspat besteht, der $\frac{3}{4}$ Moleküle Alkali und 2 Moleküle Kieselsäure verloren und 1 Molekül Wasser aufgenommen hat, wurde durch Schlämmen ein nahezu eisen- und alkalifreier Kaolin gewonnen.

Ref.: E. Kaiser.

36. A. Sachs (in Breslau): **Berichtigung des Striegauer Topasvorkommens** (Centralbl. f. Min. 1910, 497—498).

Das früher als Topas (Ausz. diese Zeitschr. **51**, 407) beschriebene Kryställchen ist Quarz.

Ref.: E. Kaiser.

37. R. Beder (in Zürich): **Kleine Notizen zur mikrophotographischen Aufnahme von Dünnschliffen** (Ebenda 499—503).

Verf. gibt mehrere recht praktische Winke, die auszugsweise nicht alle wiedergegeben werden können. Es möge nur auf eine Anwendung der Mikrophotographie hingewiesen werden. Wenn man von einem Negativ eine Kopie auf »blausaurem Eisenpapier« herstellt, so kann man auf dieser Kopie die Umrisse und Details mit Tusche nachzeichnen, auf die es besonders ankommt. Wird das gut getrocknete Bild auf etwa 10 Minuten in eine konzentrierte Lösung von Kaliumoxalat gebracht, so verschwindet die blaue Farbe der Kopie und die Tuschzeichnung bleibt allein zurück (Auswaschen und Trocknen!). Derartige Skizzen dürften in vielen Fällen nach Ansicht des Ref. eine bessere Grundlage zur Reproduktion bilden, wie die alle einzelnen Details wiedergebenden Mikrophotographien.

Ref.: E. Kaiser.

38. O. Mügge (in Göttingen): **Axinit als Kontaktmineral** (Ebenda 529 bis 530).

Axinit tritt an der Straße Siedlinghausen—Silbach im oberen Ruhrgebiet, in Westfalen, am Diabaskontakt gegen Schiefer auf in pflaumenblauen bis grauvioletten, dünnplattigen Massen in bis faustgroßen Aggregaten. Kleinere Drusen zeigen Krystalle mit $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{201\}$ der vom Rath'schen Aufstellung. Begleiter: Quarz, zerhackt, äußerst bizarre, Babelquarz-ähnliche Formen, erfüllt von Chlorit. Stark verbogener Calcit. Prehnit. Verf. tritt einem Schlusse von v. Hoerner (Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1910) entgegen, daß sich Axinit nur an granitische und syenitische Eruptionen gebunden zeige, und führt hierfür mehrere Beispiele an.

Ref.: E. Kaiser.

39. H. E. Boeke (in Halle a. S., früher in Leipzig): **Über die Borate der Kalisalzlagerstätten** (Ebenda 531—539).

1. Heintzit-Kaliborit $KMg_2B_{11}O_{19}.9\,H_2O$ (Formel nach van't Hoff). Das als Heintzit (diese Zeitschrift **18**, 481; **24**, 625) und Hintzeit (diese Zeitschr. **18**, 478) beschriebene Mineral wird jetzt zumeist als Kaliborit bezeichnet. Neues Material aus dem oberen Kainit von Neustaßfurt. Mit Pinnoit verwachsene strahlige Krystalle zeigten (Aufstellung nach Luedecke) $\{100\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}02\}$ (wohl nur als Spaltfläche), $\{\bar{1}11\}$, $\{120\}$. Axenebene $\perp \{010\}$, im stumpfen Winkel β mit der c-Axe $115\frac{1}{2}^0$ bildend; positive erste Mittellinie in $\{010\}$

$$\alpha_D = 1{,}5081, \ \beta_D = 1{,}5255; \ \gamma_D\ 1{,}5500.$$

$2\,V_D$ auf Platte $\perp$ zur 1. Mittellinie $= 80^0 38'$, berechnet aus α, β und γ $= 81^0 24'$; $2\,E_D = 161^0 30'$. Keine merkliche Dispersion der optischen Axen. Eine Umwandlung in eine andere Modifikation war nicht zu beobachten.

2. Pinnoit $MgB_2O_4 . 3\,H_2O$. Mit dem Kaliborit von Neustaßfurt verwachsene feinkörnige Massen (Korngröße durchschnittlich 100 μ) ergaben:

$$\omega = 1{,}565;\quad \varepsilon = 1{,}575;\quad \varepsilon - \omega = 0{,}010.$$

Spez. Gewicht 2,292.

3. Ascharit $MgBO_3H$ von Neustaßfurt zeigte mittleren Brechungsindex 1,54; spez. Gewicht 2,69.

4. Boracit, idiomorph entwickelte Einzelkrystalle, oder Staßfurtit, dichte erdige Knollen, $Mg_7Cl_2B_{16}O_{30}$. Gute Fundorte für Boracit waren in letzter Zeit das Hartsalz von Solvayhall, Bernburg (vorwiegend würfeliger Boracit) und das Hartsalz (an einer Stelle auch das Carnallitgestein) von Hildesia, Diekholzen bei Hildesheim. An dem letztgenannten neuen Vorkommen ist Boracit an eine 25 cm starke Hartsalzleitschicht gebunden. Farbe lichtblau, grün. Formen: $\{110\}$, $\{111\}$ (antiloger Pol), zurücktretend $\{100\}$, selten in kleinen Flächen $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}1\}$. Staßfurtit ist häufig im Magdeburg-Halberstädter Bezirk in den Hutzonen, in kleiner Menge auch in der Südharzprovinz (z. B. Glückauf-Sondershausen).

Zur Entscheidung der Frage, ob die beiden sehr verschieden ausgebildeten Mineralien derselben Modifikation angehören, wurden folgende Bestimmungen durchgeführt: Der mit Wasser und Alkohol ausgewaschene Rückstand des Staßfurtits zeigte ein spez. Gewicht zwischen 2,89 und 2,91 (spez. Gewicht des Borazit 2,9—3,0). Der Rückstand besteht aus einem Haufwerk feiner Nadeln, die in Monobromnaphtalin bei Verwendung starker Vergrößerung und Immersion oft zu Büscheln oder fiederig verwachsen erscheinen und besonders in diesem Falle eine deutliche Doppelbrechung (gerade Auslöschung; Längsrichtung immer $= \mathfrak{c}$) aufweisen. Lichtbrechung größer als 1,661 und kleiner als 1,676 (Boracit α_D 1,662, γ_D 1,673). Die bei 265^0 (bzw. 285^0) liegende Umwandlung des Boracit wurde auch beim Staßfurtit optisch und thermisch nachgewiesen, wogegen die dilatometrische Methode keine positiven Resultate ergab. Staßfurtit ist senkrecht zu $\{110\}$ nadelförmiger bzw. dichter Boracit. Aus dem Staßfurtit den Boracit durch Umkrystallisieren aus geschmolzenem Chlormagnesium herzustellen, gelang nicht.

Ref.: E. Kaiser.

40. H. Leitmeier (in Wien): **Opale aus Kleinasien, Kupfererze aus Bulgarien und Kacholong aus Steiermark** (Centralbl. f. Min. 1910, 561—564).

Opal von Karamandjik im Simartal (andere Schreibweise bei Loehr, Ausz. diese Zeitschr. **53**, 189) in den Vorbergen des Shaphanégebirges, gebunden an verkieselten Trachyt, dessen Hohlräume mit Opal in fast sämtlichen Varietäten gefüllt sind. Tridymit kommt in einigen Hohlräumen vor, gewöhnlich tafelig nach $\{0001\}$, dazu $\{10\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$; Zwillinge nach $\{10\bar{1}6\}$ und unregelmäßige Verwachsungen.

Kupfererze aus der Mine Progress bei Zagora in Bulgarien, Gänge in Dolomit. Es kommen vor Kupferkies, Bornit, Kupferglanz und Kupferpecherz; als Zersetzungsprodukte Limonit, Malachit und Azurit.

Kacholong tritt bei Weitendorf in Steiermark in Hohlräumen des Basaltes als Zwischenlagen im jüngeren Chalcedon auf (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **51**, 528).

Ref.: E. Kaiser.

41. M. Seebach (in Leipzig, früher in Heidelberg): **Über eine Methode, gediegenes Eisen ohne Zerstörung seiner Form aus Basalt zu isolieren** (Ebenda 641—643).

Zur Isolierung des gediegenen Eisens aus dem Basalte des Bühl bei Weimar, nordwestlich von Cassel (vgl. Ausz. diese Zeitschr. 47, 389), wurde der Basalt mit dem sogen. Plattner'schen Flusse (10 Gewichtsteile Soda, 13 Pottasche, 5 gepulv. Boraxglas, 5 trockenes Stärkemehl) in dem Rößler'schen Schmelzofen im Platintiegel erhitzt. Um eine Oxydation des Eisens zu verhindern, wurde bei anderen Versuchen das Flußmittel mit Holzkohlenpulver in einem Graphittiegel gemengt und der Basalt darin erhitzt; zum Abschließen der Luft wurde das ganze mit einer etwa $\frac{1}{2}$ cm starken Schicht Kochsalz bedeckt. Geringe Gesteinsteile wurden aus dem Eisenskelett durch eine Borsäureanhydridschmelze entfernt, die sich dann auch besonders empfiehlt, wenn auf die Erhaltung der Form des Eisens keine Rücksicht genommen zu werden braucht. Als Aufbewahrungsmittel für das isolierte Eisen wird reines Petroleum empfohlen. Ref.: E. Kaiser.

42. A. Schwantke (in Marburg i. H.): **Die Verbreitung des Olivins in Diabasen und Basalten** (Centralbl. f. Min. 1910, 673—684).

Es kann hier nur auf wenige Einzelheiten aus dieser petrographischen Vergleichung der beiden Gesteinsgruppen hingewiesen werden. Die frischen olivinfreien Diabase führen gerne einen anderen Augit als die Olivindiabase. Es ist zum Teil rhombischer Augit, zum Teil kalkarmer monokliner Augit (Magnesiumdiopsid nach Rosenbusch, Enstatitaugit nach Wahl). Dabei erscheint der rhombische Augit, bzw. Magnesiumdiopsid, als Vertreter des Olivins. Auch die olivinfreien Basalte zeigen den Ersatz des Olivins durch rhombischen Augit. Der Olivin ist in den körnigen Doleriten und Diabasen resorbiert worden, woraufhin dann die Ausscheidung des rhombischen Augits oder Magnesiumdiopsids erfolgte.

Ref.: E. Kaiser.

43. P. A. Wagner (in Johannesburg): **Über das Vorkommen von Eläolith-Syenit in Lüderitzland, Deutsch-Südwestafrika** (Ebenda 711).

Das Gestein kommt stockförmig am Granitberg zwischen Pomona und Bogenfels vor. Es besteht »aus einem von Albitschnüren durchzogenen, schwach lichtbrechenden Feldspat, aus Eläolith, aus Ägirinaugit, aus einem tiefbraunen Biotit und aus einem grauen Erz (Titaneisenerz)«. [Ref. hat eine eingehende mineralogisch-petrographische Untersuchung dieses foyaitischen Gesteines und seiner interessanten Ganggefolgschaft bereits vor Erscheinen der Mitteilung von Wagner begonnen, deren Resultate sich zum Teil schon im Drucke befinden.]

Ref.: E. Kaiser.

44. O. Hauser und **H. Herzfeld** (in Charlottenburg): **Über ein uralisches Vorkommen von Blomstrandin** (Ebenda 756—764).

Von Miask stammender Pegmatit enthielt schwarze, zuerst als Äschynit gedeutete Einsprengungen, die sich als dem Blomstrandin sehr nahe übereinstimmend erwiesen. Ein größerer Krystall (5 : 0,8 : 1 cm) zeigte {001}, {130}, {010}; prismatisch nach *a*. Krystallflächen recht eben, mit bläulichschwarzer Verwitterungshaut überzogen. Auf dem frischen Bruche rein schwarz mit fettigem Glasglanze, an den Kanten vollkommen undurchsichtig. Bruch ziemlich feinmuschelig. Spez. Gewicht 5,00. Härte 5,5.

Die Analyse an sorgfältig ausgelesenem und abgetrenntem Material, deren Gang im Original beschrieben wird, ergab:

	I	II	III
WO_3	Spur	—	—
Ta_2O_5	1,30	0,89	1,15
Nb_2O_5	15,08	17,99	25,35
TiO_2	34,07	32,91	27,39
SnO_2	0,20	0,12	0,18
SiO_2	—	0,38	0,40
ZrO_2	0,50	Spur	1,33
UO_2	3,24	4,01	3,35
ThO_2	7,93	7,69	4,28
Y_2O_3	26,66	28,76	25,62
$(Ce, La, Di)_2O_3$	4,69	1,91	2,48
Al_2O_3	1,36	—	—
FeO	1,73	1,48	1,43
MnO	0,16	0,27	0,30
CaO	1,04	1,02	1,80
ZnO	—	—	0,09
MgO	0,28	0,15	0,22
Na_2O	—	0,22	0,90
K_2O	—	0,19	0,18
PbO	0,35	0,06	0,84
Glühverlust	0,96	1,88	2,56
	99,55	99,88	99,50

Unter II und III sind die Analysenwerte zugefügt, die von Brögger für die Vorkommen von Urstad und Arendal angegeben werden (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **45**, 89 u. f.), woraus sich eine sehr große Übereinstimmung ergibt. Auch das uralische Vorkommen wird in der schon von Brögger angegebenen Weise als eine isomorphe Mischung von Metatitanaten und Metaniobaten der Oxyde $(Y, Ce \ldots)_2O_3$, $(Ca, Fe \ldots)O$, $(Th, U \ldots)O_2$ gedeutet.

Vergleichsweise wird der Äschynit besprochen, der in seinen physikalischen Eigenschaften dem Blomstrandin sehr nahe steht, sich aber von diesem dadurch unterscheidet, daß die Ceriterden in ihm vorherrschen, wogegen die Yttererden zurücktreten und daß 17,55 % Thorerde zugegen sind. Diese, auf eine Analyse von Rammelsberg zurückgehende Angabe kann nun insofern falsch sein, daß in dem Thorerdegehalt der Rammelsberg'schen Analyse ein wesentlicher Teil hochatomiger Yttererde steckt, sodaß die chemische Zusammensetzung beider Mineralien vielleicht nicht so sehr verschieden ist.

Ref.: E. Kaiser.



XXXI. Einfluß der Übersättigung der Lösung auf die Tracht der Alaunkrystalle.

Von

A. Schubnikow in Moskau.

(Mit 17 Textfiguren.)

P. Curie hat das Prinzip aufgestellt, daß für einen mit seiner Lösung im Gleichgewichte sich befindenden Krystall die Summe der Oberflächenenergien beim konstanten Volumen ein Minimum sein soll[1]). Später hat G. Wulff aus diesem Prinzip die Folgerung gezogen, daß für einen solchen Krystall die Abstände der verschiedenen Flächen von einem bestimmten Punkte im Inneren des Krystalles der auf die Flächeneinheit bezogenen Oberflächenenergien (Kapillarkonstanten) der entsprechenden Flächen des Krystalles proportional sein sollen[2]).

Wenn man diese Abstände als Wachstumsgeschwindigkeiten der Krystallflächen auffaßt, so kann man in dieser Form dem Prinzip von Curie eine allgemeinere Deutung geben und sagen, daß eine Fläche des sich aus der Mutterlauge bildenden Krystalles desto schneller vom Wachstumsanfangspunkte sich entfernt, je größer ihre auf die Flächeneinheit bezogene Oberflächenenergie ist. Welches das Gesetz ist, nach dem die Wachstumsgeschwindigkeit von der Oberflächenenergie abhängt, muß experimentell festgestellt werden. Da nun die Oberflächenenergie einer Krystallfläche von der Beschaffenheit der Lösung abhängen muß, so muß die Tracht des Krystalles, die ja durch die Wachstumsgeschwindigkeit verschiedener Flächen bestimmt wird, auch von der Beschaffenheit der Lösung abhängen. Es ist ja bekannt, daß Beimischungen in der Lösung, sogen. Lösungsgenossen, in

1) P. Curie, Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires de leurs diverses faces. Bull. de la Société Min. de France 1885, 8, 145. Ausz. diese Zeitschr. **12**, 651.

2) G. Wulff, Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen. Diese Zeitschr. **34**, 449—530.

hohem Grade auf die Tracht des Krystalles einwirken. Die Beschaffenheit der Lösung wird aber vorerst durch ihre Konzentration bestimmt, d. h. durch den Grad der Übersättigung, bei dem der Krystall sich bildet. Es muß also die Krystalltracht von dem Übersättigungsgrade der Lösung abhängen. Es wurde schon von A. Johnsen die Vermutung ausgesprochen, daß jedem Übersättigungsgrade eine besondere Tracht des Krystalles entspricht[1]), und der Zweck der vorliegenden Untersuchung besteht darin, dieser Vermutung einen experimentellen Nachweis zu geben. Es wird aber weiter nur mit Krystallformen von einfachen Indices operiert und nicht mit Vicinalflächen, wie es A. Johnsen tat.

Um den gestellten Zweck zu erreichen, wurden zwei Reihen von Versuchen ausgeführt: in der ersten Reihe wuchsen die Krystalle aus der reinen wässerigen Lösung bei 23°, in der zweiten aus einer Lösung, die 9,3% *HCl* enthielt, bei 20°.

Um die Krystalle zu züchten, wurden zuerst kleine Kryställchen hergestellt, von diesen wurden die symmetrischsten ausgewählt und dabei wurde besonders darauf geachtet, daß die Wachstumsfläche bei allen Kryställchen dieselbe, z. B. eine Oktaëderfläche, war. Die ausgewählten Kryställchen wurden dann in eine übersättigte Lösung hineingebracht, wo man sie weiterwachsen ließ, bis sie eine Größe annahmen, die die Konzentration der Lösung nicht beträchtlich änderte und dabei die linearen Dimensionen der Krystalle mit genügender Genauigkeit zu messen gestattete. In zwei Liter Lösung wuchsen zwei Krystalle, bis sie das Gewicht von 2 g erreichten. Die Konzentration der Lösung erhielt man durch Titrieren derselben mit Baryumhydroxyd bei Anwesenheit von Seignettesalz und Phenolphtaleïn. Aus der Differenz der Konzentration der Mutterlauge und der bei 23° gesättigten Alaunlösung wurde die Übersättigung bestimmt. Die letztere wird ausgedrückt durch die Menge wässerigen Salzes in Grammen auf 100 ccm gesättigter Lösung.

Bei der Untersuchung der Tracht eines Krystalles muß man Symmetrie zweierlei Art unterscheiden: 1. die äußere Symmetrie, die sich in der Gleichheit der Flächen einer und derselben einfachen Krystallform äußert und 2. die innere Symmetrie (die Homogenität), die sich in der Konstanz der Flächenwinkel äußert. In Wirklichkeit zeigen die aus der übersättigten Lösung gebildeten Krystalle keine Symmetrie[2]), und es ist interessant zu verfolgen, wie weit die Abhängigkeit der Symmetrie von der Übersättigung der Lösung geht. Die genaue quantitative Untersuchung dieser Abhängigkeit lag aber nicht auf unserem Wege, und es möge hier nur auf allgemeine

1) A. Johnsen, Wachstum und Auflösung der Krystalle, Leipzig 1910. Ausz. diese Zeitschr. **53**, 295.

2) G. Wulff, Untersuchung über die Genauigkeitsgrenzen der Gesetze der geometrischen Krystallographie. Diese Zeitschr **38**, 1—57.

Tatsachen hingewiesen werden, die während unserer Arbeit festgestellt wurden. Die Versuche haben gezeigt, daß bei Abnahme der Übersättigung die innere Symmetrie wächst und die äußere abnimmt. Mit anderen Worten: es bilden sich aus einer stark übersättigten Lösung inhomogene, mit vielen Einschlüssen der Mutterlauge erfüllte Krystalle, die aber eine sehr regelmäßige Form haben; aus einer schwach übersättigten Lösung bilden sich dagegen sehr homogene, durchsichtige, aber sehr unsymmetrisch aussehende Krystalle. Diese Tatsache bezieht sich auch auf die Krystalle, die in den rotierenden Krystallisiergefäßen erhalten werden[1]). Der Einfluß der Übersättigung auf die mehr oder weniger vollkommene Erreichung des dem Krystalle innewohnenden Symmetriegrades läßt sich leicht durch den Einfluß der Konzentrationsströmungen erklären, die vom Krystalle während des Wachsens erzeugt werden. Die Inhomogenität eines schnell gewachsenen Krystalles wird uns begreiflich, wenn wir die wahrscheinliche Annahme machen, daß die Konzentration einer den Krystall umgebenden Strömung nicht überall dieselbe ist. Die äußerliche Asymmetrie der bei einer geringen Übersättigung wachsenden Krystalle kann dadurch erklärt werden, daß durch eine auch sehr kleine äußere Asymmetrie des Krystallkeimes eine schwache Konzentrationsströmung leicht beeinflußt wird, wodurch die Asymmetrie noch vergrößert werden kann. Bei hohen Übersättigungen aber, wenn die Konzentrationsströmungen sehr stark sind, können die letzteren durch die kleine Asymmetrie der Keimkrystalle nicht beeinflußt werden. In letzterem Falle bekommt man einen innerlich inhomogenen, äußerlich aber einen symmetrischen Krystall.

Es wurde oben gesagt, daß die äußere Symmetrie in der Gleichheit der zu einer und derselben Krystallform gehörenden Flächen besteht. Diese Behauptung bedarf einer Berichtigung, wenn es sich um Krystalle handelt, die sich am horizontalen Boden eines Krystallisiergefäßes bilden. In diesem Falle muß man die Symmetrie des Krystalles mit derjenigen des Schwerkraftfeldes addieren, infolgedessen die Flächen einer und derselben Krystallform in mehrere Gruppen zerfallen werden und die äußere Symmetrie in der Gleichheit nur zu einer und derselben Gruppe zugehörigen Krystallflächen bestehen wird. Denken wir einen Krystall, der die Kombination von Würfel, Dodekaëder und Oktaëder darstellt und auf einer Oktaëderfläche gewachsen ist. Wir müssen an einem solchen Krystall folgende Flächengruppen unterscheiden. 1. Die obere Oktaëderfläche $(111)_1$, 2. die untere Oktaëderfläche $(111)_2$, 3. drei Oktaëderflächen, die einen stumpfen Winkel mit dem Boden des Gefäßes bilden $(111)_3$, 4. drei übrige Oktaëderflächen $(111)_4$, die einen scharfen Winkel mit demselben bilden, 5. drei

1) G. Wulff, Neue Form des rotierenden Krystallisationsapparates. Diese Zeitschrift 50, 17.

Würfelflächen $(100)_1$, die einen stumpfen Winkel, und 6. drei Würfelflächen $(100)_2$, die einen scharfen Winkel mit dem Gefäßboden bilden, 7. sechs Dodekaëderflächen $(110)_1$, die senkrecht zum Gefäßboden stehen, 8. drei Dodekaëderflächen $(110)_2$, die einen stumpfen Winkel, und 9. drei ebensolche $(110)_3$, die einen scharfen Winkel mit dem Gefäßboden bilden. Es ergibt sich also, daß, indem wir einen Alaunkrystall auf einer Oktaëderfläche wachsen lassen, wir vom Standpunkte der Krystalltracht nicht drei Arten von Flächen, sondern deren neun zu unterscheiden haben, die wir Flächengruppen nennen wollen. Wenn die Kombination von $\{100\}$, $\{110\}$ und $\{111\}$ auf einer Würfelfläche wächst, so sind acht Flächengruppen zu unterscheiden. Es wird jetzt verständlich, warum man bei der Untersuchung des Einflusses der Übersättigung auf die Krystalltracht die Krystalle auf ganz bestimmten Flächen wachsen lassen muß.

Wenn wir von der Krystalltracht reden, so verstehen wir darunter die Zahl und die Beschaffenheit, die linearen Ausdehnungen und den Inhalt der Flächen des Krystalles. Wir werden diese Eigenschaften zuerst an den Alaunkrystallen untersuchen, die aus reiner wässeriger Lösung entstanden; nachher gehen wir zu denjenigen über, die aus chlorwasserstoffhaltiger Lösung gebildet worden sind.

Alaunkrystalle, die in wässeriger Lösung auf der Oktaëderfläche gewachsen sind.

Die Zahl der Flächen. Um die Abhängigkeit zwischen der Zahl der Flächen und der Übersättigung der Lösung aufzuklären, wurde folgendes Verfahren angewandt. An den bei verschiedener Übersättigung gewachsenen Krystallen wurde die Zahl der Flächengruppen bestimmt, und dann wurden die theoretischen Zahlen der Flächen jeder Flächengruppe miteinander addiert. Die so erhaltene Summe stimmte manchmal nicht mit der wahren Zahl der Krystallflächen, doch ziehen wir diese Methode aus dem Grunde vor, daß dabei auch die »zufällig« fehlenden Flächen mitberücksichtigt werden. Das Resultat ist in der Tabelle I angeführt.

Tabelle I.

Nr. d. Krystallserie:	Übersättigung:	Zahl der Flächen in den Flächengruppen									Gesamtzahl d. Flächen:
		$(111)_1$	$(111)_2$	$(111)_3$	$(111)_4$	$(100)_1$	$(100)_2$	$(110)_1$	$(110)_2$	$(110)_3$	
1	5,1	1	1	3	3	3	—	—	—	—	11
2	4,1	1	1	3	3	3	—	—	3	—	14
3	2,7	1	1	3	3	3	3	—	3	—	17
4	2,0	1	1	3	3	3	3	6	3	—	23
5	1,2	1	1	3	3	3	3	6	3	3	26

Aus dieser Tabelle ist es ersichtlich, daß mit der Abnahme der Übersättigung die Zahl der Flächen zunimmt. Aus einer unvollständigen Kombination des Würfels und des Oktaëders geht der Krystall in eine vollständige Kombination des Würfels, des Oktaëders und des Dodekaëders über. Es ist interessant, dieses Resultat mit demjenigen der Untersuchung von J. Andrejew zu vergleichen[1]). Wenn die Wachstumsgeschwindigkeiten der einzelnen Flächen dem Gesetz von Nernst gehorchten:

$$v = kc,$$

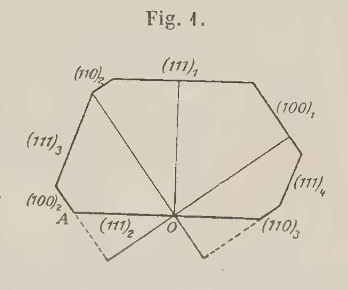
wo v die Wachstumsgeschwindigkeit, c die Übersättigung und k eine Konstante ist, und wenn für alle Flächen k dasselbe wäre, wie das J. Andrejew behauptet, so würde bei den großen Übersättigungen das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeiten zweier beliebigen Flächen

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{kc_1}{kc_2}$$

gegen Eins konvergieren, d. h. die verschiedenen Flächen hätten die gleiche Wahrscheinlichkeit an dem Krystalle zu erscheinen, kurz gesagt, die bei den großen Übersättigungen gewachsenen Krystalle würden flächenreicher als bei den kleinen. Die Resultate der Versuche, wie sie in der Tabelle I dargestellt sind, widersprechen der Auffassung von J. Andrejew.

Lineare Dimensionen der Flächen. Durch einen auf einer Oktaëderfläche gewachsenen Alaunkrystall möge ein Querschnitt gelegt werden, der durch den Ausgangspunkt des Wachstums hindurchgeht und auf die Flächen $(111)_1$, $(111)_2$, $(111)_3$, $(100)_1$, $(100)_2$, $(110)_2$ und $(110)_3$ senkrecht steht (Fig. 1). Nachdem wir die Breite jeder Fläche in diesem Querschnitte und den Abstand OA (der Punkt O, der Wachstumsausgangspunkt, ist immer an den Krystallen scharf ausgeprägt) messen, sind wir im Besitze aller Größen, um das ganze Polyëder zu konstruieren und die Wachstumsgeschwindigkeiten jeder Fläche zu bestimmen. Es existieren jedoch in einem und demselben Krystall nicht nur einer, sondern drei solche Querschnitte, die etwas voneinander abweichen. Man ist deshalb genötigt, die Breiten aller Flächen zu messen und die entsprechenden Mittelgrößen zu nehmen. Für jede Konzentration wurden drei Krystalle gezüchtet, die alle der Größe nach voneinander verschieden waren, daher die Resultate der an diesen Krystallen ausgeführten Messungen untereinander nicht vergleichbar waren. Es war notwendig, die Messungen auf das gleiche Volumen der Krystalle zurückzuführen. Es

Fig. 1.



1) J. Andrejew, Journal der russ. phys. Gesell. 1908, **40**, I, 397. Ref. diese Zeitschrift **43**, 39—42.

sei (Fig. 2) $ABC\ldots$ der obenerwähnte Querschnitt eines Krystalles vom Gewichte g und $abc\ldots$ ein ebensolcher Querschnitt eines anderen Krystalles vom Gewichte 1 g. Da die Volumina (Gewichte) von zwei ähnlichen Polyëdern wie die dritten Potenzen der Abstände der Flächen vom Ähnlichkeitsmittelpunkte sich verhalten, so hat man

Fig. 2.

$$\frac{g}{1} = \left(\frac{OH}{oh}\right)^3.$$

Da aber

$$\frac{OH}{oh} = \frac{AB}{ab} = \frac{BC}{bc} = \ldots,$$

so hat man endgültig

$$ab = \frac{AB}{\sqrt[3]{g}}; \quad bc = \frac{BC}{\sqrt[3]{g}}; \ldots$$

Also um die Breite einer Fläche für den Krystall vom Gewichte 1 zu bekommen, muß man die gemessene Breite durch die dritte Wurzel aus dem Gewichte des Krystalles dividieren. Nach dieser Methode wurden die mittleren Werte für die Breiten der Flächen und für deren Abstand vom Wachstumsanfangspunkte für jeden der drei Krystalle bestimmt. Jede Zahl wurde aus neun Messungen gewonnen. Die Flächen $(110)_1$, die bei den schwachen Übersättigungen erscheinen, konnten nicht gemessen werden. Die Tabellen II und III enthalten alle erhaltenen Größen.

Tabelle II.

Nr. d. Krystallserie:	Übersättigung:	Breite der Flächen in mm in verschiedenen Flächengruppen:							
		$(111)_1$	$(111)_2$	$(111)_3$	$(111)_4$	$(100)_1$	$(100)_2$	$(110)_2$	$(110)_3$
1	5,1	8,8	13,6	6,5	1,3	4,8	—	—	—
2	4,1	7,3	12,8	3,5	3,0	3,3	—	4,3	—
3	2,7	6,3	11,6	4,5	2,5	4,6	0,5	2,7	—
4	2,0	7,9	11,5	4,9	2,8	3,8	0,3	1,2	—
5	1,2	6,9	10,6	4,9	1,9	4,9	1,1	1,0	0,5

Die Tabelle gibt die Möglichkeit, die parallele Perspektive der Krystalle sehr leicht zu zeichnen. Solche Perspektiven sind auf den Fig. 3—7 entworfen und beweisen sehr anschaulich den am Anfange dieses Aufsatzes ausgesprochenen Satz. Man sieht in der Tat, daß jeder Übersättigung eine besondere Krystalltracht eigen ist, die durch die Anzahl Flächen, deren Größe und Form sich auszeichnet. Indem wir die Zeichnungen näher betrachten, bemerken wir sofort, daß mit der Abnahme der Übersättigung der Krystall sich mehr und mehr abrundet. Diese Tatsache kann auf die Analogie des Krystalles mit einem Flüssigkeitstropfen zurückgeführt werden. Der der Schwere ausgesetzte Flüssigkeitstropfen hat eine abgeplattete Form,

und je mehr man die Wirkung der Schwere vermindert (Plateau's Versuch), destomehr nähert sich die Form des Tropfens einer Kugel. Die Konzentrationsströmungen werden durch den Unterschied in den Volumgewichten

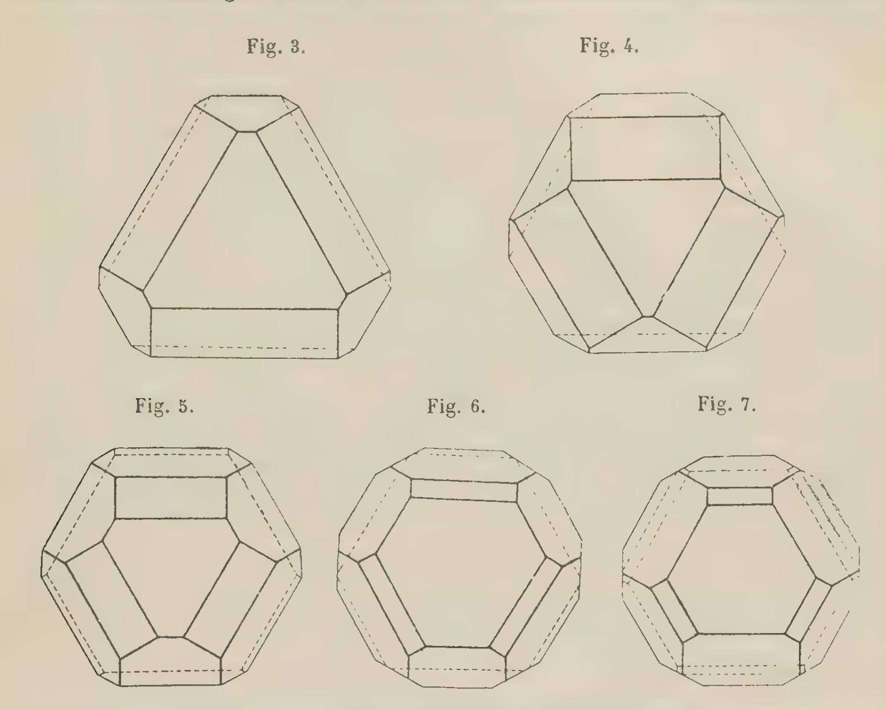


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

der übersättigten und der gesättigten Lösung hervorgerufen, sind also auch die Wirkung der Schwere. Diese Strömungen streben den Krystall in horizontaler Richtung auszudehnen[1]). Bei den schwachen Übersättigungen wird die Einwirkung der Konzentrationsströmungen und also auch der Schwere sehr klein, und der Krystall wächst auch gleichförmiger in allen Richtungen, er wird »abgerundet« wie ein Tropfen.

Tabelle III.

Nr. der Kryst.-Serie:	Über-sätti-gung:	Abstand der Flächen verschiedener Flächengruppen von dem Wachstumsanfangspunkte:						
		$(111)_1$	$(111)_3$	$(111)_4$	$(100)_1$	$(100)_2$	$(110)_2$	$(110)_3$
1	5,1	5,2	7,4	5,4	5,6	—	—	—
2	4,1	5,4	6,8	5,3	7,1	—	6,0	—
3	2,7	6,2	6,0	5,3	6,6	4,8	6,6	—
4	2,0	5,7	6,0	5,2	6,8	4,8	6,7	—
5	1,2	6,0	6,2	5,1	6,2	4,4	7,2	2,9

1) G. Wulff, Zur Frage der Geschwindigkeit usw. Diese Zeitschr. **34**, 449—530.

Diese Tabelle kann auch als die Tabelle für die relativen Wachstumsgeschwindigkeiten dienen, da der Abstand der Fläche $(111)_4$ vom Wachstumsanfangspunkte beinahe derselbe bleibt. Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß keine einfache Abhängigkeit zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen und der Übersättigung der Lösung besteht.

Der Oberflächeninhalt der Krystalle. Es wurde nachgewiesen, daß die Krystalle mit der abnehmenden Übersättigung »runder« werden. Das heißt, daß der Krystall vom Gewichte 1, der bei der kleinstmöglichen Übersättigung gewachsen ist, die kleinstmögliche Oberfläche besitzt. An den für die obigen Vertreter gewonnenen Krystallen konnte man auch das nachweisen. Zu diesem Zwecke wurden die Inhalte der Flächen der erhaltenen Krystalle gemessen und auf den Krystall vom Gewichte 1 zurückgeführt. Aus den erhaltenen Zahlen wurden die Mittelwerte gewonnen, wie es oben besprochen wurde. Durch die Addition der Werte für die einzelnen Flächen wurde die Gesamtoberfläche des Krystalles vom Gewichte 1 erhalten. Die Inhalte der Flächen wurden folgendermaßen bestimmt. Die Krystallfläche wurde mit Anilintinte benetzt und gegen ein Gelatineblatt gedrückt. Die erhaltenen Abdrücke wurden optisch auf ein Blatt Papier projiziert und dabei mehrfach vergrößert. Die Konturen der Flächen wurden mit einem Bleistift nachgezeichnet, die Bilder der Flächen wurden herausgeschnitten und gewogen. Indem man das Gewicht des projizierten Quadratzentimeters kannte, konnte der Inhalt jeder Fläche bestimmt werden.

Die Tabelle IV gibt die Resultate der Rechnung.

Tabelle IV.

Nr. d. Krystallserie:	Übersättigung:	Totale Oberfläche:
1	5,1	—
2	4,1	7,5
3	2,7	7,2
4	2,0	7,0
5	1,2	7,1

Der Krystall 1 konnte nicht gemessen werden, da seine Flächen keine scharfen Abdrücke gaben. Man sieht eine Tendenz zur Verminderung der Oberfläche mit der Verminderung der Übersättigung.

Alaunkrystalle, die auf der Würfelfläche in der reinen wässerigen Lösung gewachsen sind.

Alle oben beschriebenen Versuche wurden mit Krystallen wiederholt, die man auf einer Würfelfläche wachsen ließ. Die Aufgabe erwies sich aber viel schwieriger als die vorhergehende, und zwar aus zwei Gründen. Die auf einer Würfelfläche gewachsenen Krystalle sind viel unbeständiger

in ihrer Form sogar für eine und dieselbe Übersättigung. Die Messungen werden viel ungenauer, und man bedarf sehr vieler Krystalle, um zuverlässige Resultate zu bekommen. Zweitens sind die Krystalle geneigt, kompliziertere Gebilde zu erzeugen, z. B. bei der Übersättigung etwa 4,0 bekommt man Krystalle von der Form der Fig. 8. Es werden deshalb nur angenäherte Resultate gewonnen, die in den Fig. 9—12 abgebildet sind. Die Übersättigung fällt von der Fig. 9 zu der Fig. 12, und man bemerkt, daß auch hier mit der Abnahme der Übersättigung die Zahl der Flächen wächst und daß der Krystall sich »zurundet«, indem seine obere Würfelfläche zunimmt.

Fig. 8.

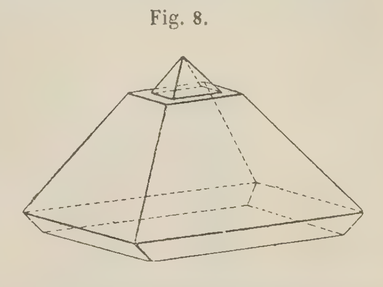


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Alaunkrystalle, die auf der Oktaëderfläche in einer chlorwasserstoffhaltigen wässerigen Lösung gewachsen sind.

Als Lösungsmittel wurde Salzsäure benutzt mit einem maximalen Gehalte an *HCl* (9,3 %), bei dem die Flächen des Pentagondodekaëders noch

nicht entstehen[1]. In diesem Falle, wie in den beiden vorigen, entspricht jeder Übersättigung ihre eigene Krystalltracht, die aber sich von derjenigen unterscheidet, die in den vorhergehenden Versuchen beobachtet wurde. Die Tabellen V und VI werden dies erläutern.

Tabelle V.

Nr. d. Krystallserie:	Übersättigung:	Zahl der Flächen in den Flächengruppen: $(111)_1$	$(111)_2$	$(111)_3$	$(111)_4$	$(100)_1$	$(100)_2$	$(110)_2$	Gesamtz. d. Fläch.:
1	5,2	1	1	3	3	3	3	—	14
2	4,0	1	1	3	3	3	3	3	17
3	2,7	1	1	3	3	3	3	3	17
4	1,9	1	1	3	3	3	3	3	17
5	1,3	1	1	3	3	3	3	3	17

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß die Zunahme der Flächenzahl nur zwischen Nr. 1 und Nr. 2 stattfindet, bei der weiteren Abnahme der Übersättigung bleibt die Zahl der Flächen unverändert. Diese Konstanz der Flächenzahl aber ist durchaus nicht mit einer Konstanz der Krystalltracht verbunden, denn diese ändert sich mit der Übersättigung merklich, was aus der Tabelle VI zu ersehen ist.

Tabelle VI.

Nr. d. Krystallserie:	Übersättigung:	Breite der Flächen in mm in verschiedenen Flächengruppen: $(111)_1$	$(111)_2$	$(111)_3$	$(111)_4$	$(100)_1$	$(100)_2$	$(110)_2$
1	5,2	7,0	13,0	7,1	1,1	6,7	0,2	—
2	4,0	7,9	11,9	4,7	2,4	5,8	0,7	0,2
3	2,7	9,1	11,2	4,3	3,0	3,5	1,9	0,4
4	1,9	8,5	10,4	4,4	3,8	3,1	1,7	1,2
5	1,3	8,1	10,3	4,3	3,2	3,7	2,0	1,1

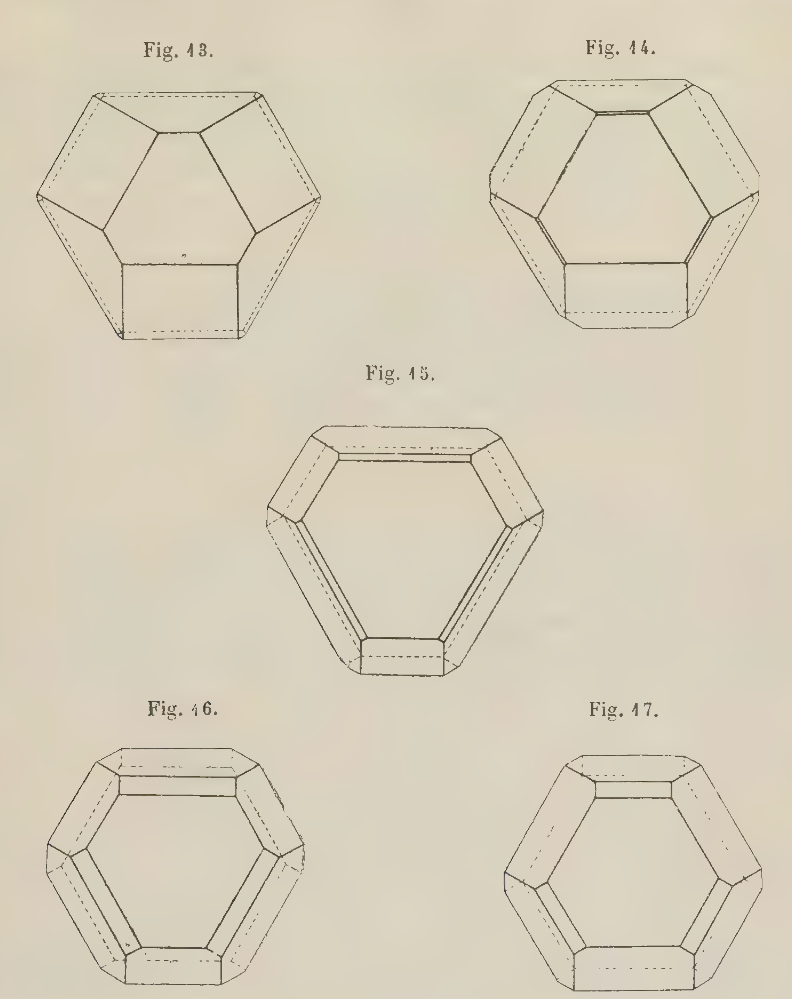
Diese Tabelle zeigt eine stetige Änderung der Form der Flächen mit der Änderung der Übersättigung. Nach dieser Tabelle wurden die Perspektiven Fig. 13—17 gezeichnet.

Die Tracht der Krystalle, die im Gleichgewicht mit der Lösung sind.

Wir werden nichts neues behaupten, wenn wir sagen, daß diejenige Form einen Krystall am meisten charakterisiert, die sich mit der Lösung im Gleichgewichte befindet. Man kann aber eine solche Form nicht bekommen, da ein sich im Gleichgewichte mit der Lösung befindender Krystall nicht wachsen kann. Man kann aber diese Form voraussagen auf Grund von Versuchen, die im wesentlichen den oben beschriebenen gleichen müssen. In der Tat erlauben die Tabellen II und VI für jede Fläche die Kurven zu

1) Z. Weyberg, Tageblätter der XII. Versammlung der russ. Naturforscher und Ärzte in Moskau 1910, Nr. 5, 172.

konstruieren, die die Abhängigkeit der Form der Fläche von der Übersättigung bestimmen. Nach diesen Kurven können wir diejenige Form der Fläche extrapolieren, die der Übersättigung Null entspricht. Wenn auch die Anzahl unserer Versuche nicht zur Lösung dieser Aufgabe geeignet ist, so kann man doch aus ihnen schließen, daß die Grenzform der Alaun-



krystalle für die wässerige Lösung die Kombination von {100}, {110} und {111} ist, die Grenzform für die chlorwasserstoffhaltige Lösung aus derselben Kombination besteht, nur ist die relative Größe der Flächen eine andere. Es möge hier noch erwähnt werden, daß die Grenzform die Curiesche Bedingung erfüllen muß, nach der diese Form durch das Minimum der Oberflächenenergie in bezug zum Voluminhalt des Krystalles sich kenn-

zeichnet. Wenn die Oberflächenenergien der verschiedenen Krystallflächen nicht sehr voneinander verschieden sind, so muß auch der Oberflächeninhalt des Krystalles einem Minimum für die Übersättigung Null zustreben, was wir in der Tat gesehen haben.

Einfluß der Beimischungen auf die Krystalltracht.

Aus dem obengesagten ist es klar, daß für die Untersuchung des Einflusses von Beimischungen auf die Krystalltracht die Übersättigung der Lösung und die Lage des Krystalles beim Wachsen berücksichtigt werden muß. Da in den Tabellen II und VI die gleich numerierten Versuche einer fast gleichen Übersättigung entsprechen, können wir die Einwirkung der Beimischung von Chlorwasserstoff auf die Tracht der Alaunkrystalle verfolgen. Indem wir z. B. die Nr. 5 der beiden Krystalle vergleichen, sehen wir, daß die Anwesenheit der Salzsäure in dem Ausfallen der Flächen $(110)_1$ und $(110)_3$ sich äußert. In den Versuchen mit der wässerigen Lösung wird die Fläche $(110)_2$ von Nr. 2 zur Nr. 5 kleiner, in den Versuchen aber mit der salzsauren Lösung ist es gerade umgekehrt. Man übersieht leichter diesen Einfluß der Beimischung von Salzsäure, wenn man die entsprechenden Figuren untereinander vergleicht.

Die vorstehende Arbeit wurde in dem krystallographischen Laboratorium der Moskauer städtischen Schaniawski-Universität ausgeführt und in russischer Sprache in den Berichten der Petersburger Akademie publiziert. Ich halte es für meine angenehme Pflicht, dem Vorstande des Laboratoriums, Herrn Prof. G. Wulff, meinen Dank auszusprechen für die Unterstützung, die er mir während der Arbeit leistete.

XXXII. Zur chemischen Zusammensetzung der tonerdehaltigen Augite, eine Anwendung quaternärer graphischer Darstellungen auf mineralogische Fragen.

Von

H. E. Boeke in Halle a. S.

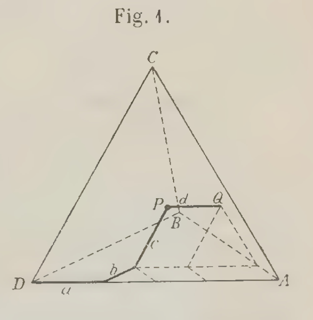
(Mit 11 Textfiguren.)

— —

Die Frage nach der Deutung der chemischen Analysen tonerdehaltiger monokliner Augite ist vielfach Gegenstand von Erörterungen gewesen. Im nachfolgenden ist eine Methode angegeben, solche Analysen in beliebiger Zahl durch Raumpunkte und ihre Projektionen darzustellen und somit das Gesamtergebnis der bisher ausgeführten Analysen mit einem Blick zu übersehen. Die Anwendung dieser Darstellungsmethode auf Augit bildet nur ein Beispiel. Das Verfahren läßt sich ebenso bei anderen Mineralen von schwankender Zusammensetzung benutzen.

Durch einen Raumpunkt P kann ein System aus vier Komponenten eindeutig quantitativ dargestellt werden. Für die Koordinaten des Punktes wählt man am besten ein gleichseitiges Tetraeder mit der Kantenlänge = 100, in dessen Eckpunkte die vier Komponenten eingetragen werden[1]) (Fig. 1).

Fig. 1.



Die Zusammensetzung eines Vierstoffsystems sei a % A, b % B, c % C, $100 - a - b - c$ (oder d) % D.

Es werden dann a, b und c in der üblichen Weise auf den Koordinataxen DA, DB und DC abgetragen. Zieht man zwischen P und der

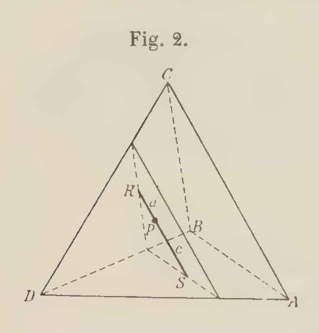
1) Vgl. F. A. H. Schreinemakers, Zeitschr. f. Phys. Chem. 1909, **65**, 553.

Tetraëderfläche ABC eine Gerade PQ parallel DA, so ist

$$PQ = 100 - a - b - c.$$

Der Beweis, daß $a + b + c + PQ$ für jeden beliebigen Punkt innerhalb (oder auf der Oberfläche) des Tetraëders gleich der Seite dieses und somit $= 100$ ist, geht aus der Gleichseitigkeit des Tetraëders hervor und ist in Fig. 1 durch einige Hilfslinien angedeutet.

Fig. 2.



Man kann jedoch die Koordinaten des Punktes P noch in einer anderen Weise definieren, die für das Verständnis der Projektion des Punktes wichtig ist. Zieht man durch P parallel AC eine Gerade, welche die Tetraëderfläche BCD in R, die Fläche ABD in S trifft (Fig. 2), so ist

$$PR = a \text{ und}$$
$$PS = c.$$

In ähnlicher Weise können wir den Prozentgehalt an den anderen Komponenten jedesmal mittelst Geraden durch P parallel den übrigen Tetraëderkanten finden, wie es schon in Fig. 1 für $d = 100 - a - b - c$ geschehen ist. Der Beweis dieser Beziehung folgt unmittelbar aus der Gleichseitigkeit des Tetraëders und darf wohl dem Leser überlassen werden. Es ist ein Vorzug der letztgenannten Definition der Koordinaten von P, daß die vier Komponenten hier als völlig gleichwertig behandelt werden, während bei der Definition nach Fig. 1 D eine Sonderstellung gegenüber A, B und C einnimmt.

Sind nur drei der vier Komponenten im System vertreten, so liegt der darstellende Punkt auf einer Fläche des Tetraëders, während die Kanten desselben Gemische von nur zwei der Komponenten darstellen.

Die Projektion der Raumpunkte im Tetraëder wurde von Schreinemakers (l. c.) kurz besprochen. Es kommen hauptsächlich zwei Projektionsmethoden in Frage:

1. orthogonale Parallelprojektion auf die Tetraëderflächen,
2. orthogonale Parallelprojektion auf Ebenen parallel zwei sich rechtwinklig kreuzender Tetraëderkanten.

Die Projektionsebenen der zweiten Art sind somit die krystallographischen Axenebenen des Tetraëders.

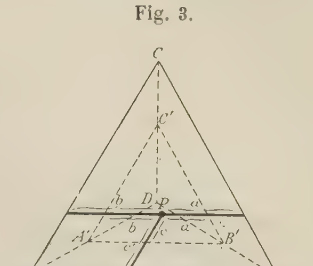
Wir leiten nun die Koordinaten des projizierten Punktes ab.

1. Projektionsebene sei die Tetraëderfläche ABC (Fig. 3). Denken wir uns durch P parallel ABC eine Ebene angebracht, welche das Tetraëder in $A'B'C'$ schneidet, so lassen sich die Raumkoordinaten a, b und c von P auf die oben beschriebene Weise in $A'B'C'$ ermitteln. Bei der Projektion erscheinen diese Koordinaten unverkürzt. Weiterhin ist der Abstand von

$A'C'$ zu AC, von $A'B'$ zu AB und von $C'B'$ zu CB gleich groß. Bezeichnet man die Koordinaten von P in der Projektion als a', b' und c', so ist

$$a' + b' + c' = 100.$$

Fig. 3.



Entsprechend der ursprünglichen Annahme ist

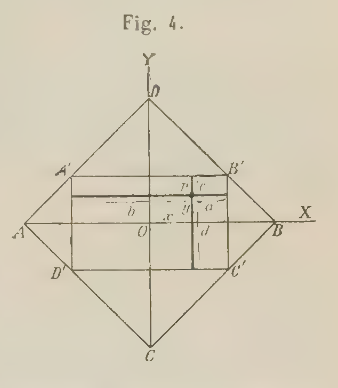
$$a + b + c + d = 100.$$

Man sieht aus Fig. 3, daß die Strecke d sich gleichmäßig über die Strecken a', b' und c' verteilt, mithin

$$a' = a + \tfrac{1}{3}d,$$
$$b' = b + \tfrac{1}{3}d,$$
$$c' = c + \tfrac{1}{3}d.$$

Sind die Raumkoordinaten von P bekannt, so sind also auch die Koordinaten der Projektion leicht zu ermitteln.

Fig. 4.



2. In Fig. 4 ist das Tetraëder auf eine Ebene parallel den Kanten AB und CD projiziert und wiederum ist durch Punkt P parallel der Projektionsebene eine Ebene angebracht, die das Tetraëder in $A'B'C'D'$ schneidet. $A'B'C'D'$ wird in der Projektion (infolge der Symmetrie des Tetraëders) sowohl durch AB wie durch CD halbiert. Die Raumkoordinaten von P in der Ebene $A'B'C'D'$ sind in Fig. 4 angegeben. In der Projektion bestimmen wir P durch die Abszisse x und die Ordinate y des rechtwinkligen Koordinatensystems BOD. Die Strecken OB und OD haben die Länge 50. Aus der Figur geht hervor:

$$x = \frac{b - a}{2}$$

$$y = \frac{d - c}{2}.$$

Im nachfolgenden ist die zweite Projektionsart gewählt.

Die Lage eines Punktes im Raume ist erst eindeutig bestimmt, wenn die Projektion auf zwei der Axenebenen des Tetraëders ausgeführt ist. Die Deutlichkeit der Darstellung wird erhöht, wenn die Projektion auf die drei Axenebenen vorgenommen wird. Bringt man die drei Projektionsebenen durch Drehung um zwei krystallographische Tetraëderaxen in eine Ebene hinein, so hängen die drei Projektionen zusammen, wie in Fig. 6 angegeben.

Bekanntlich hat G. Tschermak[1]) i. J. 1871 auf Grund von fünf Analysen von Rammelsberg und einer von Wedding die Ansicht ausgesprochen, daß der tonerdehaltige Augit als Mischkrystall von $Ca(Mg,\ddot{Fe},Mn)Si_2O_6$ (Diopsid in weiterem Sinne) und des hypothetischen Silikates

$$(Mg,\ddot{Fe},Mn)(Al,\dddot{Fe})_2SiO_6$$

aufzufassen sei. Spätere Analysen von Augit fügten sich dieser Annahme jedoch schlecht, sodaß man allmählich eine große Zahl von Silikatmolekülen wie $CaSiO_3$, $MgSiO_3$, $FeSiO_3$, $CaMg(SiO_3)_2$, $Ca\ddot{Fe}(SiO_3)_2$, $MgAl_2SiO_6$, $Mg\dddot{Fe}_2SiO_6$, $\ddot{Fe}Al_2SiO_6$, $\ddot{Fe}\dddot{Fe}_2SiO_6$, $CaAl_2SiO_6$, $NaAl(SiO_3)_2$, $Na\dddot{Fe}(SiO_3)_2$, $Na_2Al_2SiO_6$, $Na_2\dddot{Fe}_2SiO_6$, nach Belieben kombiniert, zur Deutung der Analyse heranzog (Doelter, Mann, Merian, Hampel u. a. Zitate in Tabelle I, S. 451 u. f.). Natürlich kann man Silikate von einer innerhalb sehr weiten Grenzen variabeln chemischen Zusammensetzung aus diesen Komponenten aufgebaut denken. Jene Grenzen lassen sich leicht angeben. Man wähle die Oxyde SiO_2, CaO, $(Mg,\ddot{Fe})O$ und $(Al,\dddot{Fe})_2O_3$ als Komponenten für die Tetraëderdarstellung und trage die genannten Silikate als Raumpunkte ein. Das von diesen Punkten als Eckpunkte gebildete Polyëder enthält alle Analysenpunkte von Körpern, die als Mischung der genannten Moleküle dargestellt werden können.

Die neuesten Handbücher der Mineralogie (wie z. B. Rosenbusch-Wülfing, Physiographie 1905) schließen sich meist der Tschermak'schen Auffassung an, indem $Ca(Mg,\ddot{Fe},Mn)(SiO_3)_2$, $(Mg,\ddot{Fe},Mn)(Al,\dddot{Fe})_2SiO_6$ und außerdem $Na(Al,\dddot{Fe})(SiO_3)_2$ zur Erklärung des Natrongehaltes als Komponenten des Augits angenommen werden.

Bei der statistischen Behandlung des Gegenstandes ging ich von dieser Annahme aus. Die Komponenten für die Tetraëderdarstellung sind SiO_2, CaO, $(Mg,Fe,Mn)O$ und $(Al,\dddot{Fe},Cr)_2O_3$. Die Alkalien kommen somit nicht zur Darstellung, d. h. eine alkalihaltige Verbindung nimmt denselben Punkt ein, wie eine alkalifreie mit demselben Verhältnis der angeführten vier Oxyde. Der gelegentlich beim Augit angegebene Wassergehalt wurde vernachlässigt, Titanoxyd ist dem SiO_2 zugerechnet (vgl. unten).

Die drei genannten Silikate enthalten die nachfolgenden Mengen der Komponenten in Molekularprozenten:

Bezeichnung	Formel	Molekularprozente			
		SiO_2	CaO	$(Al,\dddot{Fe},Cr)_2O_3$	$(Mg,\ddot{Fe},Mn)O$
Di	$Ca(Mg,\ddot{Fe},Mn)(SiO_3)_2$	50	25	—	25
Ts	$(Mg,\ddot{Fe},Mn)(Al,\dddot{Fe},Cr)_2SiO_6$	33,3	—	33,3	33,3
Ae	$Na(Al,\dddot{Fe})(SiO_3)_2$	80	—	20	—

1) G. Tschermak, Tsch. Mitt. 1871, 30.

Bei der Darstellung im Tetraëder bilden die drei Verbindungen *Di*, *Ts* und *Ae* ein Dreieck (Fig. 5). Träfe die Tschermak'sche Annahme über die Augitzusammensetzung zu, so müßten die darstellenden Punkte der Analysen auf der Verbindungslinie *Di-Ts* liegen; wäre nur *Ae* neben *Di* und *Ts* als zugemischtes Silikatmolekül anzunehmen, so würden die Analysenpunkte innerhalb des Dreiecks *Di-Ts-Ae* liegen. Es zeigt sich nun, daß das Dreieck *Di-Ts-Ae* nahezu einer krystallographischen Axenebene des Tetraëders parallel liegt und sich somit bei der Projektion auf zwei Axenebenen fast als Linie und auf der dritten Ebene ungefähr in wahrer Gestalt darbietet. Diese Projektionsart erschien daher zur Beurteilung der Lage der Analysenpunkte in bezug auf das Dreieck *Di-Ts-Ae* und seine Ebene besonders vorteilhaft. In Fig. 6 sind die drei Projektions-

Fig. 5.

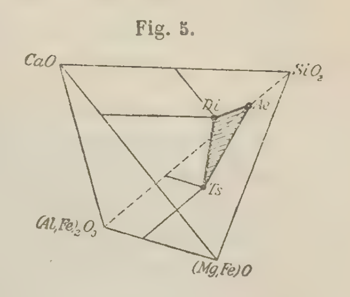
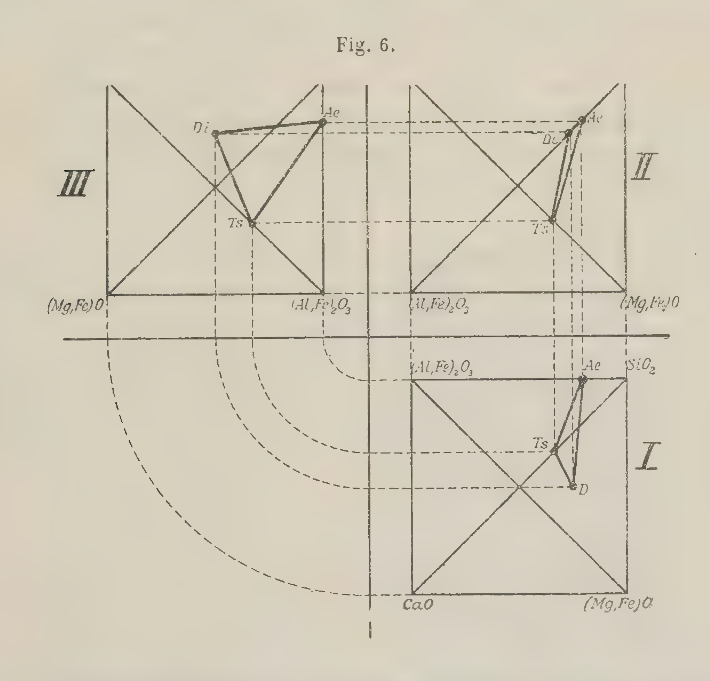


Fig. 6.



ebenen durch Drehung um zwei krystallograpische Axen in eine Ebene hineingebracht.

Bei der Zusammenstellung der Analysen wurde die Auswahl derart getroffen, daß möglichst den folgenden Anforderungen Genüge geleistet war:

1. Frische des Materials, was sich besonders im Wassergehalt kundgibt.
2. Reinigung mit schweren Lösungen, chemischen Agentien, dem Elektromagneten usw., und mikroskopische Prüfung des Materials.
3. Getrennte Bestimmung von zwei- und dreiwertigem Eisen.

Vor dem Jahre 1860 ausgeführte Analysen konnten daher nur in einigen Ausnahmefällen in Betracht kommen.

Analysen mit mehr als etwa 2 % Titanoxyd wurden ausgeschlossen, weil das Titan höchstwahrscheinlich sowohl in drei- wie in vierwertiger Form im Augit enthalten ist und bis jetzt durchweg nur als Dioxyd bestimmt wird. Allerdings ist in den älteren sonst zuverlässigen Analysen die Titanbestimmung oft unterlassen. Weiterhin wurden Jadeit und Ägirin (etwa 12 % Na_2O) und Ägirinaugit mit mehr als 4 % Na_2O nicht berücksichtigt, weil die Zahl der Analysen des letzteren für eine einwandfreie statistische Behandlung nicht ausreicht. Die Frage nach dem Zusammenhang von Jadeit bzw. Ägirin und Diopsid bzw. Tonerdeaugit muß daher noch offen bleiben. Die häufige Parallelverwachsung von Ägirin und diopsidischem oder basaltischem Augit läßt die Homogenität des Materials besonders bei älteren Analysen der stark natronhaltigen Augite unsicher erscheinen und macht auch das Bestehen einer Mischungslücke zwischen Ägirin und Tonerdeaugit wahrscheinlich. Schließlich würde sich die hier getroffene Komponentenwahl für die Darstellung der Alkaliaugite wenig eignen; man müßte dazu z. B. an Stelle von SiO_2 die Alkalien als Komponente einsetzen.

Tabelle I (S. 451—455) enthält die Molekularprozente der Komponenten (auf fünf Einheiten der zweiten Dezimale abgerundet) und das Zitat der Analysen. Letztere sind dem Original entnommen; nur wo mir dieses unzugänglich war, ist ein Referat benutzt, was dann in der Tabelle vermerkt ist. Aus den Molekularprozenten der Komponenten sind die Koordinaten für die Projektionen nach S. 447 leicht zu berechnen, und zwar ist

$$x_1 = \frac{SiO_2 - CaO}{2} \qquad y_1 = \frac{Al_2O_3 - MgO}{2}$$

$$x_2 = \frac{SiO_2 - Al_2O_3}{2} \qquad y_2 = \frac{CaO - MgO}{2}$$

$$x_3 = \frac{SiO_2 - MgO}{2} \qquad y_3 = \frac{CaO - Al_2O_3}{2}$$ [1]

Zur Beurteilung der Eisenführung, sowie des Gehaltes an Titan, Alkalien usw. erschien es notwendig, auch die Analysenzahlen der eingetragenen Augitvorkommnisse mitzuteilen (Tabelle II, S. 455—458).

[1] Der Kürze halber ist Al_2O_3 für $(Al, \dddot{Fe}, Cr)_2O_3$ und MgO für $(Mg, \ddot{Fe}, Mn)O$ geschrieben.

Tabelle I.

Nr.	Molekularprozente SiO_2+TiO_2	CaO	$(Al, \ddot{Fe}, Cr)_2O_3$	$(Mg, \dot{Fe}, Mn)O$	
1	53,0	19,85	4,05	23,05	Burdakow b. Beljankin, Ref. diese Zeitschr. 1912, **51**, 284.
2	48,4	17,3	5,4	28,85	Campbell und Brown, Ref. Wahl, Tsch. Mitt. 1907, **26**, 15.
3	48,6	21,85	2,55	27,05	Cathrein, diese Zeitschr. 1882, **7**, 252.
4	47,9	22,05	3,4	26,55	» das. 251.
5	50,4	22,1	3,4	24,1	» das. 254.
6	44,2	29,3	8,75	17,8	» Tsch. M. 1887, **8**, 410 (Pseudm. n. Gehlenit).
7	48,6	21,55	3,1	26,8	v. Chrustschoff, Bull. soc. min. Paris 1885, **8**, 89.
8	48,95	21,3	1,9	27,85	Clarke, Bull. U. S. Geol. S. 419, 1910, 262 u. 263 (Analysen von Catlett, Chatard Clarke, Eakins, Hillebrand und Steiger). (Nr. 8–20)
9	47,75	23,95	2,0	26,3	
10	49,1	17,15	2,55	31,25	
11	51,2	12,05	2,2	34,6	
12	47,45	23,4	4,55	24,6	
13	49,7	23,3	2,85	24,15	
14	48,15	17,85	6,8	27,2	
15	53,6	16,7	4,7	25,05	
16	46,6	17,0	4,65	31,7	
17	45,8	26,4	6,25	21,55	
18	47,7	20,45	5,0	26,85	
19	49,4	23,85	2,35	24,35	
20	49,55	22,0	2,4	26,1	
21	50,0	23,25	4,75	21,95	Clarke, das. 104.
22	51,8	6,45	3,65	38,15	Dahms, N. J. 1891, Bl.-Bd. **7**, 95.
23	45,9	20,0	7,25	26,8	Doelter, Tsch. Mitt. 1877, 283.
24	48,6	21,3	3,95	26,15	» das. 284.
25	47,95	21,75	6,0	24,3	» das.
26	48,55	23,55	3,85	24,1	» das. 285.
27	47,1	21,2	5,05	26,55	» das.
28	45,45	22,6	7,45	24,5	» das. 286.
29	47,5	21,4	4,7	26,4	» das.
30	47,5	20,85	4,3	27,4	» das. 287.
31	44,1	26,35	7,75	21,85	» das. 288.
32	44,1	27,15	8,6	20,15	» das. 1877, 68.
33	43,8	26,95	8,35	20,9	» das. 69.
34	49,8	24,4	0,95	24,85	» das. 1878, **1**, 54.
35	48,45	24,6	1,0	25,95	» das. 55.
36	49,45	24,25	1,1	25,2	» das. 57.
37	48,55	23,6	1,15	26,7	» das. 62.
38	45,7	24,0	4,45	25,85	» das. 64.

Nr.	Molekularprozente $SiO_2 + TiO_2$	CaO	$(Al, \dddot{Fe}, Cr)_2O_3$	$(Mg, \dot{Fe}, Mn)O$	
39	42,6	17,95	11,85	27,6	Doelter, Tsch. Mitt. 1883, **5**, 225.
40	41,7	23,0	17,9	17,35	» das. 226.
41	43,85	23,4	7,5	25,35	» das. 227.
42	45,25	22,95	5,9	25,9	» das.
43	45,0	21,35	9,25	24,45	» das. 230.
44	48,1	19,65	5,8	26,4	» Ref. diese Zeitschr. 1884, **8**, 414.
45	45,3	22,7	12,2	19,8	
46	47,5	14,9	15,9	21,65	
47	48,05	25,0	2,35	24,6	Ferro, Rendic. R. Inst. Lombardo 1906 (2), **39**, 295.
48	49,95	22,15	9,1	18,8	Foxall, Journ. Roy. Soc. New South Wales 1904, **38**, 405.
49	51,6	22,5	1,2	24,65	Fuchs, N. J. 1862, 802.
50	49,35	23,45	5,15	22,05	Galkin, N. J. 1910, Bl.-Bd. **29**, 696.
51	50,7	24,5	6,8	18,05	
52	49,6	24,3	5,35	20,7	
53	48,1	24,7	6,15	21,0	
54	49,75	24,05	5,75	20,4	
55	49,75	8,1	1,75	40,4	Götz b. Cohen, N. J. 1887, Bl.-Bd. **5**, 235.
56	47,25	24,15	3,35	25,2	Hampel, Tsch. Mitt. 1908, **27**, 270.
57	47,95	25,4	2,25	24,4	Harrington, Rep. Geol. Surv. Canada 1875, 302.
58	49,4	24,15	2,1	24,4	» das. 1878, 17 G.
59	48,45	25,05	2,9	23,6	» das. 21 G.
60	48,6	25,05	3,35	23,0	
61	50,2	23,3	1,65	24,9	Hawes, Am. J. of Sc. 1878, **16**, 397.
62	48,85	23,4	0,7	27,05	Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. 1878, **28**, 454 ff.
63	47,3	24,2	3,95	24,55	
64	47,9	20,9	0,9	30,3	
65	49,1	19,55	0,75	30,65	
66	47,05	20,8	0,9	31,25	
67	48,35	25,3	1,15	25,2	
68	48,35	22,2	1,15	28,3	
69	48,7	18,3	4,0	29,0	
70	47,8	17,05	6,05	29,1	
71	45,85	17,2	6,7	30,3	
72	49,35	24,8	4,25	21,65	
73	47,9	21,85	2,35	27,9	
74	51,0	20,45	2,75	25,85	
75	50,4	23,5	1,65	24,4	Hidegh, diese Zeitschr. 1884, **8**, 534.
76	49,9	20,65	2,65	26,8	Hilger, N. J. 1879, 129.
77	50,3	24,1	0,8	24,75	Hovey, Tsch. Mitt. 1893, **13**, 221.
78	51,6	21,05	5,5	21,8	Hummel, Geol. För. Förh. 1885, **7**, 812.
79	55,3	33,4	1,2	10,1	Iwasaki, Ref. diese Zeitschr. 1900, **32**, 302.

Nr.	Molekularprozente				
	SiO_2+TiO_2	CaO	$(Al, \ddot{Fe}, Cr)_2O_3$	$(Mg, \ddot{Fe}, Mn)O$	
80	45,4	21,15	6,8	26,6	Kertscher b. Doelter, Tsch. Mitt. 1883, **5**, 228.
81	48,85	20,6	3,5	27,15	Kloos, N. J. 1885, Bl.-Bd. **3**, 21.
82	56,5	20,0	5,9	17,6	Knop, diese Zeitschr. 1885, **10**, 72.
83	50,3	23,6	2,9	23,2	
84	49,0	23,5	1,2	26,35	
85	52,4	10,75	3,6	33,2	Koto, Quat. J. G. S. London 1884, **40**, 438.
86	48,25	26,6	4,3	20,9	Leeds, Am. J. of Sc. 1873, **6**, 24.
87	47,75	20,6	5,3	26,3	» Ref. diese Zeitschr. 1878, **2**, 644.
88	51,9	23,1	1,75	23,25	Lepez b. v. Zepharovich, Lotos 1887, N. F. **7**, 165.
89	47,1	20,85	4,8	27,25	Linck, Ref. diese Zeitschr. 1886, **11**, 64.
90	45,85	22,55	5,2	26,35	» Mitt. Comm. Geol. Landesunt. Els.-Loth. 1887, **1**, 49.
91	46,8	22,1	3,8	27,35	
92	49,8	24,45	1,65	24,05	Loczka, Ref. diese Zeitschr. 1886, **11**, 262.
93	46,65	24,8	7,65	20,9	Lotz, Ber. d. Oberhess. G. f. Nat. u. Heilk. N. F, Naturw. Abt., **4**, 1910—1911, 84.
94	46,4	26,1	6,7	20,8	Ludwig, Tsch. Mitt. 1887, **8**, 348.
95	50,3	22,1	5,1	22,5	Mann, N. J. 1884, II, 199.
96	46,85	25,25	6,75	21,15	» das. 203.
97	47,9	21,5	2,15	28,45	Mattirolo u. Monaco, Atti Accad. Torino 1884. **19**, 828.
98	50,0	22,4	1,7	25,9	Merian, N. J. 1885, Bl.-Bd. **3**, 262.
99	48,7	15,0	11,75	24,5	» das. 271.
100	51,3	23,95	6,5	18,2	» das. 276.
101	45,6	24,9	7,3	22,15	» das. 281.
102	50,05	9,3	2,9	37,75	» das. 289.
103	49,6	15,0	4,35	31,05	Nicolau, Ref. Wahl, Tsch. Mitt. 1907, **26**, 55.
104	50,0	25,15	0,55	24,3	Nordenskiöld, Geol. För. Förh. Stockh. 1890, **12**, 355.
105	50,0	20,45	3,4	26,15	Osann, Abh. z. Geol. Spezialk. Els.-Loth. 1887, **3**, 109.
106	48,7	20,7	4,75	25,8	
107	48,2	12,4	4,3	35,05	Phillips, Am. J. of Sc. 1899, **8**, 281.
108	51,7	12,55	4,55	31,2	
109	48,8	25,7	3,35	22,15	Piccini, Att. R. Accad. Linc. Roma 1880, Trans. Ser. III, **4**, 225.
110	46,35	20,1	4,6	28,9	Rammelsberg, Pogg. Ann. 1858, **103**, 436 u. 437.
111	48,5	24,05	2,8	24,65	
112	48,3	23,7	3,0	25,0	
113	47,5	19,6	7,0	25,9	
114	46,95	23,25	2,45	27,35	» Mineralchemie 1875, 411.
115	48,55	22,35	5,4	23,7	Reyer, Tsch. Mitt. 1872, 258.
116	48,8	23,95	3,15	24,1	Ricciardi, Ref. Hintze, Mineral. S. 1108, Nr. 146.

Nr.	Molekularprozente				
	SiO_2+TiO_2	CaO	$(Al,\dddot{Fe},Cr)_2O_3$	$(Mg,\ddot{Fe},Mn)O$	
117	52,4	14,0	2,8	30,75	Roccati, Ref. diese Zeitschr. 1907, **43**, 500.
118	46,8	25,65	11,35	16,2	Rohrbach, Tsch. Mitt. 1886, **7**, 25.
119	50,2	23,6	1,75	24,5	Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre 1910, 116, Nr. 12 (Autor und Ort der Analysen fehlen).
120	50,5	21,8	4,85	22,9	Rosenbusch, das. Nr. 13.
121	50,1	23,35	0,2	26,4	» das. Nr. 15.
122	49,7	24,4	1,35	24,6	» das. 160, Nr. 14.
123	49,2	17,95	6,1	26,8	» das. Nr. 15.
124	50,6	16,8	7,8	24,8	» das. 173, Nr. 7.
125	48,6	23,45	3,5	24,45	» das. 201, Nr. 2.
126	55,1	20,2	3,05	21,7	» das. Nr. 3.
127	48,95	24,65	4,8	21,6	» das. 299, Nr. 9.
128	47,8	27,05	2,0	23,15	» das. 372, Nr. 13.
129	47,25	19,75	4,7	28,3	» das. Nr. 14.
130	48,9	18,55	2,15	30,35	» das. Nr. 17.
131	46,95	22,8	5,65	24,6	» das. 409, Nr. 2.
132	47,35	24,05	8,35	20,25	» das. 445, Nr. 1.
133	45,75	24,8	5,85	23,55	» das. 458, Nr. 7.
134	48,35	23,95	5,75	22,0	» das. Nr. 8.
135	48,4	20,5	5,45	25,6	» das. Nr. 10.
136	48,55	25,4	2,0	24,05	» das. 618, Nr. a.
137	48,5	22,35	2,0	27,15	Scharitzer, Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien 1884, 708.
138	45,65	25,8	9,15	19,4	Schmidt, Tsch. Mitt. 1882, **4**, 14.
139	50,25	19,75	4,95	24,95	Schrauf, diese Zeitschr. 1882, **6**, 325.
140	52,7	21,45	2,75	23,1	» das. 329.
141	49,05	10,85	3,1	37,05	Schwager b. Oebbeke, N. J. 1881, Bl.-Bd. **1**, 472.
142	51,0	24,1	1,0	23,9	Sjögren, Geol. För. Förh. Stockholm 1879, **4**, 378.
143	49,15	20,2	2,0	28,65	Smith, Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia, 1910, **62**, 539.
144	49,25	23,65	7,35	19,75	Sommerlad, N. J. 1883, Bl.-Bd. **2**, 177.
145	48,85	22,3	7,6	21,3	
146	48,75	23,4	5,0	22,85	Steinecke, Zeitschr. Nat. Halle 1887, **60**, 11.
147	49,8	20,2	3,05	26,9	Streng, N. J. 1862, 943, 944.
148	49,65	19,55	1,7	29,1	
149	47,9	19,3	2,35	30,5	
150	48,4	17,2	3,3	31,15	Teall, Quat. J. G. Soc. London 1884, **40**, 648.
151	47,95	21,1	4,35	26,6	» Min. Mag. 1889, **8**, 116.
152	49,35	25,3	2,2	23,2	» das. 118.
153	46,9	24,5	2,8	25,85	Traube, N. J. 1889, I, 196.
154	49,85	22,55	2,95	24,7	» N. J. 1890, I, 227.
155	50,1	24,95	1,2	23,7	» das. 231.

Nr.	Molekularprozente SiO_2+TiO_2	CaO	$(Al,\dot{\dot{Fe}},Cr)_2O_3$	$(Mg,\dot{Fe},Mn)O$	
156	49,8	21,7	3,8	24,7	Uhlig, Verh. Nat.-hist. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westf. 1910, **67**, 372.
157	50,5	7,3	2,15	40,0	Wahl, Tsch. Mitt. 1907, **26**, 19.
158	50,4	14,85	2,35	32,4	» das. 29.
159	47,9	21,75	6,1	24,3	Wedding, Z. d. geol. Ges. 1858, **10**, 395.
160	49,7	20,25	4,9	25,15	Wedel, Jahrb. pr. geol. Landesanst. 1890, **11**, 15.
161	51,4	14,35	5,5	28,75	
162	49,1	26,15	3,7	21,05	Zambonini, diese Zeitschr. 1900, **33**, 54.
163	49,45	23,6	3,45	23,5	» das. 1905, **40**, 57.

Tabelle II.

Nr.	Gewichtsprozente SiO_2	TiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	MgO	FeO	MnO	Na_2O	K_2O	H_2O	Summe
1	50,11	0,54	17,57	3,56	4,71	—	7,98	11,29	0,60	3,05	0,26	0,19	99,86
2	49,33	—	16,36	9,15	0,27	—	14,58	9,05	—	0,55	0,19	0,25	99,73
3	50,41	0,88	21,34	4,05	0,11	0,60	15,33	6,57	—	1,55	0,42	0,37	101,63
4	49,25	0,70	21,31	5,60	0,45	0,20	14,41	7,15	—	1,86	0,82	0,30	102,05
5	51,34	0,58	21,12	5,35	0,48	0,43	14,08	4,42	—	0,84	0,15	0,70	99,49
6	44,22	—	27,31	12,37	3,83	—	11,26	1,14	—	—	—	0,73	100,86
7	49,18	—	20,30	2,15	4,96	—	13,07	9,04	—	1,89	0,30	—	100,89
8	51,80	0,13	20,99	2,21	1,29	0,51	17,76	3,50	—	—	—	0,65	98,84
9	51,45	—	24,02	2,94	1,06	—	18,43	0,96	—	—	—	1,08	99,94
10	49,80	1,29	16,50	2,86	2,48	—	15,33	10,82	0,37	0,51	0,12	0,33	100,41
11	50,95	1,42	11,39	2,72	1,70	—	15,58	13,86	0,26	0,31		1,80	99,99
12	49,10	—	22,54	7,95	—	—	12,37	8,30	—	—	—	—	100,26
13	51,27	0,70	22,58	3,05	3,08	—	14,21	4,34	0,28	0,67	0,06	—	100,24 [1]
14	48,72	—	16,79	9,27	3,77	—	14,67	6,34	0,34	0,19	—	0,18	100,27
15	54,87	—	15,87	6,34	2,88	—	14,47	4,61	0,14	0,28	—	0,31	99,77
16	47,32	—	16,08	6,37	2,56	—	13,43	14,40	—	—	—	—	100,16
17	47,53	—	25,46	9,88	1,79	—	14,43	0,91	—	—	—	0,30	100,30
18	47,06	1,82	19,33	7,77	1,30	—	13,52	8,15	0,20	0,33	0,11	0,20	99,79 [2]
19	51,95	—	23,32	4,21	—	—	13,81	5,90	—	—	—	—	99,19
20	52,50	—	21,70	2,26	2,05	1,07	17,11	2,47	—	0,35	0,07	0,64	100,22
21	49,26	1,53	21,79	6,01	3,31	—	12,40	4,23	—	0,79	0,41	—	99,73 [3]
22	53,53	—	6,19	3,12	5,09	—	18,77	13,54	—	0,57	0,20	—	101,01
23	46,95	—	19,02	9,75	4,47	—	16,04	4,09	—	—	—	—	100,32
24	51,01	—	20,80	4,84	3,51	—	16,58	3,16	—	—	—	—	99,90
25	48,86	—	20,62	8,63	2,73	—	14,00	4,55	—	—	—	—	99,39
26	50,41	—	22,75	6,07	1,09	—	12,92	6,78	—	—	—	—	100,02
27	48,45	—	20,30	6,68	3,57	—	14,35	6,94	—	—	—	—	100,29
28	45,65	—	21,09	8,61	6,32	—	13,60	5,05	—	—	—	—	100,32
29	49,18	—	20,62	5,09	5,05	—	16,83	2,55	—	—	—	—	99,32

1) Dazu 0,03 % NiO. 2) Dazu 0,06 % P_2O_5. 3) Dazu 0,06 % SrO.

Nr.	Gewichtsprozente												
	SiO_2	TiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	MgO	FeO	MnO	Na_2O	K_2O	H_2O	Summe
30	49,01	—	20,01	5,09	3,77	—	14,55	7,74	—	—	—	—	100,17
31	44,76	—	24,90	10,10	5,01	—	13,65	2,09	—	—	—	—	100,51
32	43,81	—	25,10	9,97	7,01	—	12,51	1,52	—	—	—	0,51	100,43
33	44,06	—	25,20	10,43	5,91	—	13,10	1,67	—	—	—	0,15	100,52
34	54,23	—	24,69	1,22	0,89	—	16,38	3,09	—	—	—	—	100,50
35	52,79	—	24,91	1,45	0,62	—	16,09	5,02	—	—	—	—	100,88
36	53,28	—	24,29	1,37	1,08	—	15,63	4,50	—	—	—	—	100,15
37	47,62	—	21,53	1,88	0,10	—	2,76	26,29	—	—	—	—	100,18
38	45,50	—	22,25	7,17	0,60	—	8,45	15,59	—	—	—	—	99,56
39	40,81	—	16,01	14,24	7,89	—	14,35	5,95	—	0,61	—	—	99,86
40	36,79	—	18,90	16,97	15,37	—	8,99	2,23	—	0,60	—	—	99,85
41	44,11	—	21,92	9,66	4,95	—	14,06	5,43	—	—	—	—	100,13
42	45,79	—	21,60	7,89	3,51	—	14,81	4,81	—	1,55	—	—	99,96
43	43,99	—	19,42	14,01	2,09	—	10,88	8,84	0,30	1,09	—	—	100,62
44	46,94	—	17,83	5,67	6,18	—	14,18	5,43	—	1,83	—	—	98,06
45	41,76	—	19,47	17,81	2,01	—	8,01	7,47	—	3,72	—	—	100,25
46	42,15	—	12,28	21,51	3,79	—	7,55	9,43	—	2,98	—	—	99,69
47	50,29	—	24,29	4,21	Sp.	—	12,92	7,66	—	—	—	—	99,37
48	47,21	0,79	19,73	11,12	5,50	0,13	8,97	5,11	0,29	—	—	1,66	100,51
49	51,62	—	20,93	1,28	1,20	—	7,01	16,85	—	0,19	0,29	0,07	99,44
50	48,24	1,44	21,81	4,52	6,54	—	12,91	3,26	—	0,80	0,36	0,11	99,99 1)
51	48,14	1,36	22,09	6,21	7,73	—	10,31	2,52	—	0,71	0,43	0,31	99,81 2)
52	47,76	1,24	22,18	4,21	7,28	—	12,12	2,65	—	1,60	0,34	0,13	99,51 3)
53	45,52	2,05	22,48	5,48	7,42	—	12,09	2,96	—	0,91	0,35	0,37	99,63 4)
54	48,13	1,62	22,15	5,96	5,74	—	11,35	3,84	—	1,42	0,39	0,18	100,78 5)
55	53,36	0,71	8,17	2,24	1,51	—	22,22	12,63	—	—	—	—	100,84
56	48,65	0,90	23,48	5,97	0,00	—	14,80	4,71	0,28	0,95	0,33	0,14	100,21
57	51,27	—	25,27	4,00	0,10	—	17,46	—	—	0,76		1,63	100,49
58	51,28	—	23,34	2,82	1,32	—	11,61	9,16	0,33	—	—	0,17	100,03
59	50,87	—	24,44	4,57	0,97	—	15,37	1,96	0,15	0,22	0,50	1,44	100,49
60	50,90	—	24,39	4,82	1,74	—	15,27	1,36	0,15	0,08	0,15	1,20	100,06
61	51,05	—	22,07	2,02	1,30	—	10,02	12,18	0,12	—	—	0,34	99,10
62	53,06	—	23,63	0,19	1,77	—	19,30	0,47	0,15	—	—	1,55	100,12
63	49,04	—	23,34	6,09	1,39	—	15,12	2,94	0,46	0,79	0,82	0,17	100,16
64	51,36	—	20,84	1,66	—	—	16,47	8,97	0,33	—	—	0,54	100,17
65	51,94	0,38	19,36	1,32	—	—	13,85	13,9	0,25	—	—	0,20	101,20
66	49,27	—	20,26	0,22	2,17	—	14,81	12,15	0,38	—	—	0,72	99,98
67	49,50	—	24,08	1,96	—	—	10,81	11,06	0,40	0,80	0,57	0,69	99,87
68	51,77	—	22,10	2,10	—	—	18,46	2,95	0,31	0,58	0,63	1,09	99,99
69	50,31	—	17,58	4,48	3,92	—	16,61	5,76	0,31	0,90	0,19	0,38	100,44
70	49,04	—	16,25	9,71	1,25	—	16,88	5,16	0,31	0,79	0,31	0,31	100,01
71	46,08	—	16,07	11,39	—	—	15,65	7,92	0,46	1,06	0,82	9,38	99,83
72	50,54	—	23,59	4,69	4,14	—	14,40	0,04	0,69	0,63	0,31	1,48	100,51
73	50,54	—	21,42	3,35	1,34	—	17,05	4,42	0,23	0,53	0,25	0,71	99,84
74	53,05	—	19,81	4,82	—	—	11,58	11,39	0,08	—	—	0,63	101,36
75	49,00	—	21,30	0,91	2,85	—	1,34	17,24	8,52	—	—	—	101,16
76	52,23	—	20,15	4,71	—	—	16,85	3,48	—	—	—	2,53	99,95
77	54,25	—	24,19	1,36	0,19	—	16,25	2,23	0,60	—	—	1,02	100,09
78	50,20	—	19,04	6,53	4,04	—	11,75	4,35	—	1,05		1,26	98,22
79	53,56	—	30,16	0,26	2,75	—	1,70	8,69	—	2,64	0,21	—	99,97
80	45,14	—	19,57	8,15	5,25	—	14,76	5,20	—	—	—	1,46	99,53
81	50,07	0,93	19,92	5,74	0,38	0,25	14,89	7,15	—	0,77	0,35	0,61	101,06
82	49,75	1,45	16,72	0,53	13,23	—	4,55	9,66	1,09	2,26	—	—	99,24

1) Dazu 0,36 % P_2O_5. 2) Dazu 0,12 % P_2O_5. 3) Dazu 0,71 % P_2O_5. 4) Dazu 0,52 % P_2O_5. 5) Dazu 0,71 % P_2O_5.

Nr.	Gewichtsprozente												
	SiO_2	TiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	MgO	FeO	MnO	Na_2O	K_2O	H_2O	Summe
83	51,37	0,94	22,72	2,43	4,14	—	13,55	4,46	—	0,44	0,61	—	100,66
84	52,09	0,95	23,56	1,18	1,59	—	18,10	1,57	—	0,48	0,48	—	100,00
85	53,26	—	10,15	4,01	3,42	—	14,65	14,07	—	—	—	—	99,56
86	50,05	—	25,63	7,16	0,56	—	14,48	—	—	—	—	1,66	99,54
87	46,28	0,59	18,78	7,38	2,21	—	8,91	14,80	—	—	—	1,11	100,06
88	52,08	—	21,59	1,36	2,56	—	10,61	8,93	0,49	2,06	—	—	99,68
89	48,23	—	19,85	5,28	4,83	—	15,84	5,01	—	0,67	0,52	0,45	100,68
90	46,72	—	21,36	6,90	3,31	—	16,10	3,30	—	0,82	0,87	—	99,38
91	47,22	—	20,75	6,46	—	—	15,99	4,37	—	2,41	2,64	—	99,84
92	48,38	—	22,10	0,68	3,23	—	2,22	15,88	7,94	0,18	0,10	—	100,71
93	45,88	1,22	23,14	9,81	5,04	—	11,96	3,43	0,25	—	—	—	100,73
94	46,40	—	24,30	9,60	2,70	—	9,72	7,47	—	0,30	0,22	—	100,71
95	46,47	0,73	19,23	4,28	5,95	—	7,24	12,17	—	2,61	0,74	—	99,42
96	44,55	1,36	22,83	7,27	6,06	—	10,44	5,91	—	1,47	0,52	—	100,41
97	51,45	—	21,47	2,04	2,99	—	19,23	2,13	—	—	—	1,12	100,43
98	50,63	0,79	21,30	0,87	3,33	—	13,01	8,39	—	1,02	0,50	—	99,84
99	42,27	0,92	12,32	8,67	13,93	—	10,95	6,24	—	3,66	2,12	—	101,08
100	45,80	0,52	20,06	2,80	11,11	—	6,63	7,68	—	2,88	1,00	—	98,48
101	45,18	0,79	23,26	8,48	6,21	—	11,63	5,75	—	1,20	—	—	102,50
102	50,25	0,45	8,73	1,25	5,86	—	15,72	17,40	—	0,82	0,47	—	100,95
103	51,19	0,72	14,56	6,14	2,40	—	16,91	7,94	0,50	0,72	0,28	—	101,36
104	53,71	—	25,09	0,40	0,88	—	15,67	2,94	0,20	—	—	0,30	99,19
105	49,81	—	18,93	0,92	7,53	—	13,08	7,69	—	1,26		—	99,22
106	49,53	—	19,59	5,53	4,15	—	13,89	6,50	—	1,33		—	100,52
107	47,72	—	11,40	3,44	5,93	—	12,89	18,34	—	0,86	0,37	—	100,95
108	48,54	—	10,97	5,50	2,77	—	7,67	21,25	—	3,10		0,82	100,62
109	50,31	—	24,64	4,87	1,59	—	13,16	3,76	—	—	—	0,35	98,68
110	47,38	—	19,10	5,52	3,85	—	15,26	7,89	0,10	—	—	0,43	99,53
111	51,12	—	23,54	3,38	0,95	—	12,82	5,45	2,63	—	—	—	99,89
112	50,03	—	22,85	3,72	2,36	—	13,48	6,65	0,15	—	—	—	99,24
113	47,52	—	18,25	8,13	5,83	—	12,76	7,77	0,40	—	—	—	100,66
114	49,61	—	22,83	4,42	—	—	14,22	9,08	—	—	—	—	100,16
115	50,12	—	21,43	6,25	4,95	—	14,41	3,46	—	—	—	—	100,62
116	50,69	—	23,13	4,55	1,51	—	13,02	6,57	—	—	—	0,91	100,38
117	52,77	—	13,12	4,75	Sp.	0,84	14,52	10,97	—	1,68	—	0,62	99,27
118	44,22	—	22,54	10,49	11,98	—	7,02	5,77	—	—	—	—	102,02
119	49,79	—	21,76	2,93	—	—	5,60	18,95	—	0,61	0,36	—	100,00
120	47,56	—	19,08	6,65	1,67	—	1,90	22,29	—	0,27	0,20	0,12	99,74[1]
121	50,33	0,66	22,01	0,30	—	—	10,98	12,37	—	2,14	0,94	—	99,73
122	51,72	—	23,63	1,00	2,14	—	13,77	5,75	0,20	1,13	Sp.	0,59	99,93
123	47,14	0,06	16,01	5,24	7,26	—	13,20	6,30	0,80	2,67	0,55	0,95	100,18
124	48,11	0,97	15,10	7,55	8,18	—	12,97	5,38	—	1,60	0,30	—	100,16
125	49,42	0,55	22,35	4,28	2,86	—	13,58	5,56	0,10	1,04	0,38	0,09	100,21
126	52,57	2,18	18,49	1,33	5,86	—	12,36	3,23	0,15	3,80	1,03	—	101,00
127	50,05	—	23,46	5,15	4,98	—	13,02	3,14	—	—	—	—	99,80
128	50,2	—	26,4	3,3	0,4	—	12,2	7,2	—	—	—	—	99,7
129	48,60	—	18,90	8,20	—	—	11,60	14,00	—	—	—	—	101,30
130	50,65	—	17,87	2,26	2,42	—	14,37	11,20	0,60	0,82	Sp.	0,58	100,77
131	48,04	—	21,70	8,43	2,20	—	12,52	7,65	—	—	—	0,63	101,17
132	45,67	0,62	21,78	9,04	7,46	—	12,09	2,00	—	1,25	0,56	0,31	100,78
133	46,48	—	23,45	6,24	5,88	—	13,51	4,42	Sp.	—	—	0,20	100,18
134	48,15	1,10	22,55	9,86	—	—	9,28	8,60	1,40	0,69	0,44	—	102,07[2]
135	48,66	0,96	19,41	8,52	1,44	—	15,21	3,95	0,06	1,14	0,21	0,85	100,41
136	49,68	—	24,14	0,22	5,07	—	11,13	8,86	0,66	—	—	—	99,76

1) Im Ref. steht 99,86. 2) Dazu 0,19% *BaO* und *SrO*.

Nr.	Gewichtsprozente												
	SiO_2	TiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	MgO	FeO	MnO	Na_2O	K_2O	H_2O	Summe
137	51,86	—	22,15	1,56	2,44	0,73	17,40	3,46	—	—	—	0,12	99,72
138	44,18	—	23,22	8,00	11,00	—	10,57	3,50	—	—	—	—	100,47
139	51,45	—	18,77	6,55	3,17	—	14,94	3,72	—	—	—	1,39	99,99
140	53,67	—	20,34	2,45	2,07	1,49	13,57	3,84	—	1,29	1,48	—	100,20
141	51,37	—	10,58	3,71	2,85	—	19,53	10,66	0,78	—	—	—	99,48
142	51,05	—	22,44	1,10	0,95	—	5,92	17,31	0,60	—	—	—	99,37
143	52,23	—	20,00	3,58	—	—	18,31	2,45	1,55	—	—	1,79	99,91
144	48,07	—	21,44	6,65	8,60	—	10,47	4,28	—	—	—	—	99,51
145	48,49	—	20,57	6,91	9,20	—	11,81	4,17	—	—	—	—	101,15
146	49,62	—	22,14	7,27	2,22	—	13,06	4,43	—	0,50	0,80	0,70	100,74
147	51,70	0,57	19,68	5,41	0,00	0,08	15,08	6,67	—	0,37		0,82	100,38
148	52,34	—	19,18	3,05	0,00	—	15,58	8,84	—	—	—	0,66	99,65
149	51,26	—	19,18	3,62	1,03	—	16,69	9,11	—	—	—	0,34	101,23
150	48,41	—	15,98	4,05	2,36	—	12,14	15,08	0,37	—	—	1,19	99,58
151	49,9	—	20,4	6,2	1,7	0,6	16,1	3,9	0,4	—	—	0,9	100,1
152	52,8	—	25,2	2,8	1,8	—	16,6	—	—	—	—	0,5	99,7
153	49,31	—	23,95	3,96	1,56	—	14,09	6,23	1,01	—	—	0,83	100,94
154	50,53	—	21,24	3,51	2,39	—	12,61	7,35	—	1,44	—	—	99,07
155	52,62	—	24,35	2,09	—	—	12,07	8,13	—	—	—	—	99,26
156	49,44	0,60	20,19	4,31	3,28	0,02	12,15	7,62	0,13	1,08	0,26	0,66	99,74 [1]
157	51,30	0,72	6,96	2,36	2,22	—	16,56	18,83	0,57	0,21	0,37	1,00	101,10 [2]
158	50,36	0,80	13,97	2,49	2,35	—	11,37	18,15	0,56	0,26	0,19	0,55	101,05
159	48,86	—	20,62	8,63	2,73	—	14,00	4,55	—	—	—	—	99,39
160	49,68	0,11	18,85	4,89	5,32	—	12,09	7,28	1,12	0,44	0,29	—	100,07
161	50,04	2,35	13,47	5,66	5,84	—	14,52	7,20	1,44	0,39	0,25	—	101,16
162	48,86	0,37	24,34	5,23	1,71	—	8,35	10,02	0,23	—	—	—	99,11
163	50,88	1,02	22,96	5,36	1,21	—	13,78	4,67	Sp.	0,50	—	0,34	100,72

In Fig. 7 (S. 459), 8 (S. 460) und 9 (S. 461) sind die Teile der Projektionen, die für die Analysenpunkte des Augits in Betracht kommen, einzeln dargestellt. Die wahrscheinliche Grenze der Mischkrystallbildung ist als Schlußfolgerung eingezeichnet worden. Man sieht, daß diese Grenze zum Teil recht scharf ausgeprägt ist. Die Zahlen neben den Punkten beziehen sich auf die Nummern der Tabellen I und II. Einige Punkte liegen vereinzelt außerhalb der angenommenen Umgrenzung; sie stellen Analysen dar, die im Vergleich zu der großen Mehrzahl unwahrscheinlich sind und noch einer näheren Bestätigung bedürfen. Im übrigen ist die Umgrenzung des Mischkrystallgebietes natürlich bloß ein Schluß, der jederzeit geändert werden kann und nur als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen soll.

Nach der Ägirinseite ist die Mischkrystallgrenze aus dem oben angegebenen Grunde nur provisorisch angegeben. Dasselbe gilt für die Grenze in der Richtung des Enstatits. Erst neuerdings sind die kalkarmen monoklinen »Enstatitaugite« durch die Arbeit von W. Wahl[3]) näher bekannt geworden, und es fehlen noch eine genügende Zahl von Analysen, um die

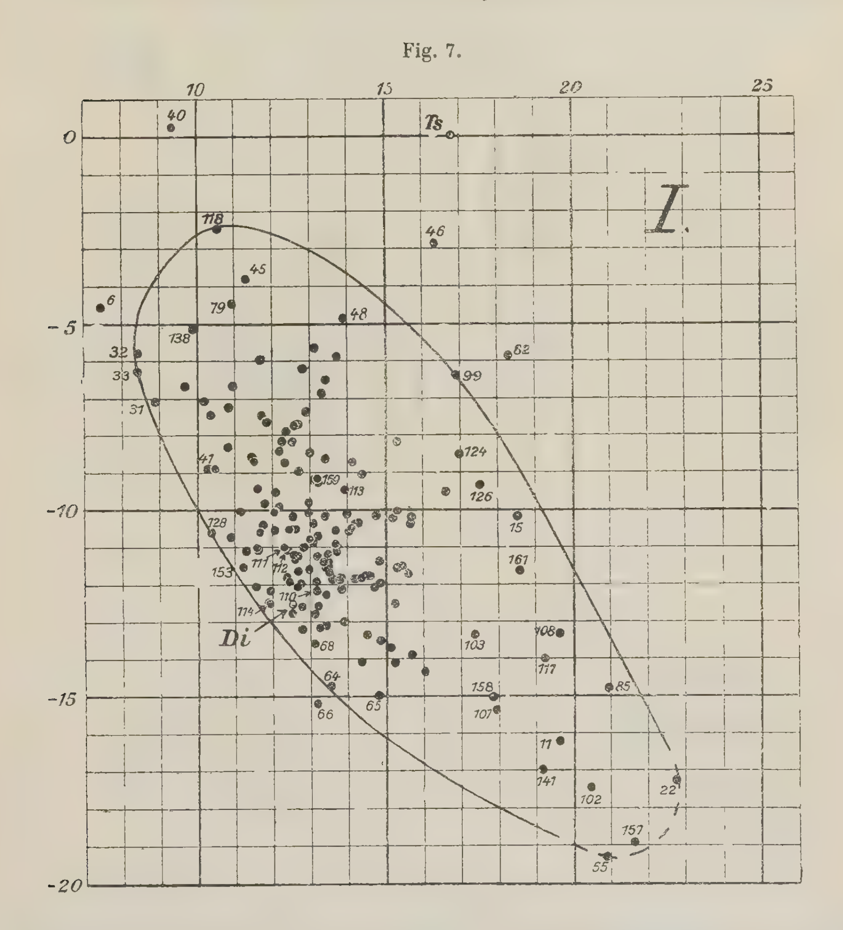
1) Dazu 0,04% *NiO*. 2) Dazu 0,05% *NiO*.

3) W. Wahl, Tsch. Mitt. 1907, **26**, 1.

Beziehung des monoklinen Klinoenstatits $MgSiO_3$[1]) zum Diopsid sicherzustellen. Die statistische Untersuchung des Dreistoffsystems $CaSiO_3$-$MgSiO_3$-$FeSiO_3$ von R. B. Sosman[2]) deutet darauf hin, daß zwischen dem eisenoxydulhaltigen Diopsid und $(Mg, Fe)SiO_3$ eine lückenlose Mischkrystallreihe möglich ist.

Konstruiert man sich aus den drei Projektionen — die in Fig. 10 (S. 461)

Fig. 7.

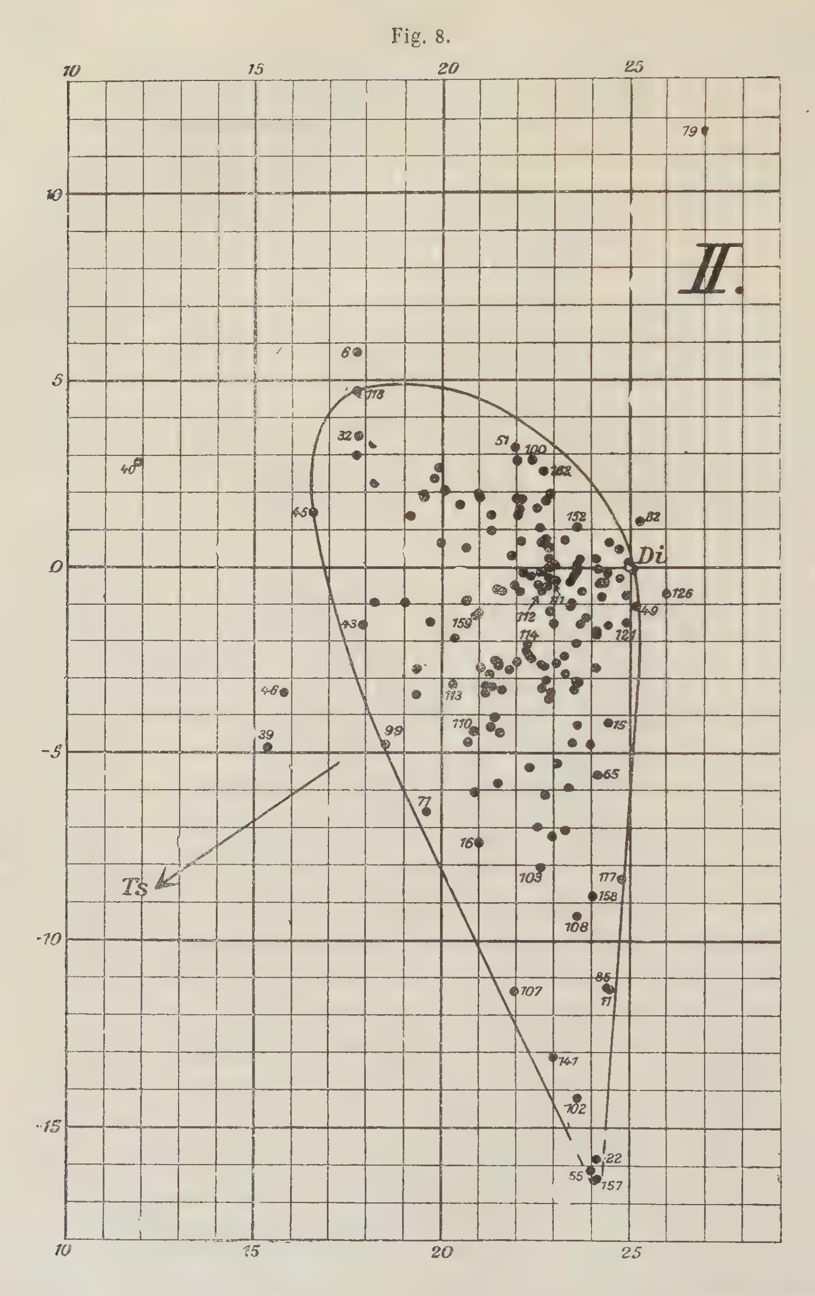


noch im Zusammenhang dargestellt sind — das körperliche Bild der Mischfähigkeit im Augit, so zeigt sich folgendes:

Der tonerdehaltige monokline Augit ist im wesentlichen ein Mischkrystall der Komponenten SiO_2, CaO, $(Mg, Fe)O$ und $(Al, Fe)_2O_3$, dessen Sättigungsgrenze in der Tetraëderdarstellung einen

1) Vgl. E. T. Allen, F. E. Wright und J. K. Clement, Am. J. of Sc. 1906, **22**, 385.
2) R. B. Sosman, Journ. Wash. Acad. of Sc. 1911, **1**, 54.

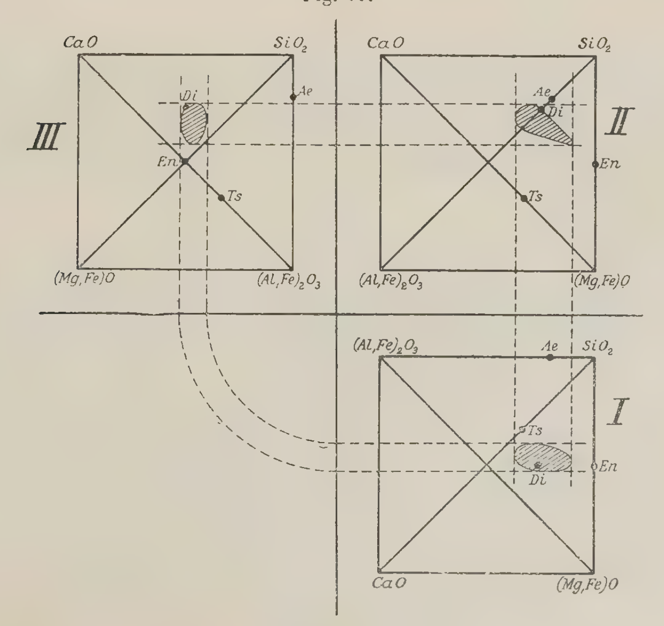
Fig. 8.



Körper von der Gestalt einer unten keilförmig abgeflachten Birne ergibt, mit der Längsrichtung ungefähr parallel der Verbindungslinie Diopsid—Enstatit.

Fig. 9.

Fig. 10.

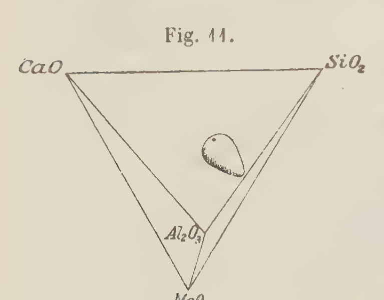

III
CaO
SiO2
Di
Ae
En
Ts
(Mg,Fe)O
(Al,Fe)2O3
II
CaO
SiO2
Ae
Di
En
Ts
(Al,Fe)2O3
(Mg,Fe)O
I
(Al,Fe)2O3
Ae
SiO2
Ts
En
Di
CaO
(Mg,Fe)O

Punkte innerhalb der Birne stellen somit ungesättigte, Punkte auf der Oberfläche gesättigte Augitmischkrystalle dar[1]).

Der birnenförmige Körper berührt die Tetraëderfläche CaO-$(Mg, Fe)O$-SiO_2 auf der Linie Diopsid—Enstatit.

Aus den drei Projektionen läßt sich der Raumkörper leicht, z. B. aus Paraffin, modellieren und in ein Tetraëdermodell aufstellen. In Fig. 11 ist die Abbildung eines solchen Modells wiedergegeben. Der Punkt auf dem Augitkörper gibt die Lage des Diopsids an.

Fig. 11.



Aus den Figg. 7—9 geht hervor, daß die von Tschermak benutzten Augitanalysen (110—114 und 159) in ihren Projektionen nahezu auf der Linie *Di*—*Ts* liegen, daß diese Augite somit als Mischungen von Diopsid und

$$(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_6$$

aufgefaßt werden können. Weiterhin zeigen jedoch die Figuren, daß die Annahme dieser beiden Komponenten nur auf einem Zufall beruht, d. h., wären einige andere Augitvorkommnisse herausgegriffen, so hätte die Komponentenwahl ganz anders ausfallen müssen. Auch geht aus den Figuren hervor, daß die Streckung des birnenförmigen Mischungskörpers fast senkrecht zur Linie Diopsid—*Ts* verläuft, sodaß die Wahl des Silikats $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_6$ als Augitkomponente, auch abgesehen von der unzureichenden Begründung, als eine nicht glückliche bezeichnet werden muß.

Die hier befolgte Methode wird auch bei anderen Mineralen von schwankender Zusammensetzung ein übersichtliches Bild ihrer chemischen Natur geben können, vorausgesetzt daß die Komponentenwahl zweckmäßig erfolgt. Eine solche Untersuchung einiger gesteinsbildender Minerale wird im hiesigen Institute ausgeführt.

Mineralogisches Institut der Universität Halle a. S.

---

1) An der Hand dieses Ergebnisses wird nun weiter zu untersuchen sein, welche Minerale sich in Verwachsung mit den gesättigten und den ungesättigten Augitmischkrystallen aus dem Magma ausgeschieden haben.

XXXIII. Krystallographische Untersuchung monosubstituierter Benzoësäuren.

Von

H. Steinmetz in München.

(Mit 13 Textfiguren.)

Da einige der im folgenden beschriebenen substituierten Benzoësäuren gewisse krystallographische Ähnlichkeiten mit der Benzoësäure ergaben, so wurde auch diese, schon 1880 von Bodewig[1]) gemessene Verbindung nochmals aus verschiedenen Lösungsmitteln krystallisiert und gemessen.

Benzoësäure, $C_6H_5.COOH$. Schmelzp. 121,5°.

Monoklin prismatisch; $a:b:c = 1{,}0508:1:4{,}2084$; $\beta = 97°\,05'$. Bodewig.

Die von B. aus Alkoholäther erhaltenen Krystalle waren etwas nach der b-Axe verlängerte Tafeln $c\{001\}$, mit den Randflächen $l\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$; die Flächen der [010]-Zone waren stets gut, die übrigen Formen nach Vollzähligkeit und Flächenbeschaffenheit ziemlich unvollkommen, q sogar oft ganz fehlend.

Im allgemeinen krystallisiert Benzoësäure nicht sehr gut und bildet aus Wasser und organischen Lösungsmitteln meist nur dünne basale Tafeln mit undeutlich ausgebildeten Randflächen. Die besten Resultate wurden beim langsamen Abkühlen von 50—20° im schwedischen Topf aus Lösungen in Wasser mit wenig Alkohol oder Wasser mit etwas Alkohol und Salzsäure erzielt. Die erhaltenen Krystalle waren wieder parallel der b-Axe wenig verlängerte basale Tafeln, alle zeigten die Formen c, l, r, manchmal auch $\varrho\{\bar{1}03\}$ in sehr guter Ausbildung. In der Klinodomenzone traten außer den fast niemals fehlenden Flächen von q noch $k\{012\}$ und $g\{013\}$,

---

1) Diese Zeitschr. **4**, 62.

sowie noch einige nicht näher bestimmte Vizinalformen auf. Sehr häufig zeigen die Krystalle Skelett- und Dendritenbildung, haben häufig Einschlüsse von Mutterlauge und schichtenartige Struktur. Die von den Krystallen befreiten Lösungen, über Schwefelsäure bei konstanter Temperatur eingedunstet, ergaben kleine, nach der b-Axe langprismatische Kryställchen; sie hatten häufig keine deutlich ausgebildeten Endflächen, mitunter aber auch spiegelnde Flächen von q, k und g. Die Form p konnte nur mit unvollkommenen, nicht meßbaren Flächen beobachtet werden.

	Bodewig		Steinmetz
	Berechnet:	Beobachtet:	Beobachtet:
$c:q = (001):(011) =$	—	*76°32′	76°32′
$c:k = (001):(012)$	64°24½′	—	64 40
$c:g = (001):(013)$	54 18½	—	54 00
$c:l = (001):(101)$	—	*69 24	69 23
$c:r = (001):(\bar{1}01)$	82 44	82 49	82 45
$l:r = (101):(10\bar{1})$	—	*27 52	28 00
$c:\varrho = (001):(\bar{1}03)$	57 46	—	57 30
$r:q = (\bar{1}01):(011)$	88 19	88 18	88 10
$l:q = (101):(011)$	85 18	85 13	85 15
$l:k = (101):(012)$	81 15½	—	—
$r:k = (\bar{1}01):(012)$	86 52	—	—
$l:g = (101):(013)$	78 09½	—	—
$r:g = (\bar{1}01):(013)$	85 46	—	—
$\varrho:q = (\bar{1}03):(011)$	82 52	—	82 49
$\varrho:k = (\bar{1}03):(012)$	76 41	—	—
$\varrho:g = (\bar{1}03):(013)$	71 52	—	—
$p:p = (110):(1\bar{1}0)$	92 24	—	—
$p:c = (110):(001)$	85 07	85 17	—
$p:q = (110):(011)$	43 47	43 26	—
$p:q = (110):(01\bar{1})$	46 48½	46 57	—
$p:l = (110):(101)$	47 42	—	—

Nach $\{001\}$ ist vollkommene Spaltbarkeit vorhanden; auch nach $\{\bar{1}01\}$ beobachtet man oft deutliche, glatte Trennungsflächen; doch dürfte es sich hierbei mehr um eine Folge von schichtenartigem Aufbau mit Einschlüssen, als um eine eigentliche Spaltbarkeit handeln.

Die Ebene der optischen Axen ist $\{010\}$; die eine optische Axe steht nahezu senkrecht auf $\{001\}$, nur etwa 5° gegen die Normale von c, gegen die c-Axe zu, geneigt. Der scheinbare Abstand der Richtungen dieser optischen Axe für die verschiedenen Farben der Quecksilberlinien beträgt in Luft: *Hg* gelb—*Hg* gelbgrün = 0°17′; *Hg* gelb—*Hg* blau = 2°29′. Mit der Normalen von $c\{001\}$ schließt die Axe für blaues Licht den größeren Winkel ein.

Im Konoskop (weißes Licht) zeigt die Hälfte des Axenbildes, die auf der Seite der Axenaustritte Gelb-Blau gelegen ist, lebhaft gefärbte Interferenzringe, während die andere Seite nur das Weiß höherer Ordnung aufweist. Das dunkle Büschel der Hyperbeln zeigt bei dickeren Präparaten in der Mitte eine Unterbrechung durch einen kurzen weißen Strich und auch die nächstliegenden Farbenringe sind verwaschen und haben beinahe das Weiß höherer Ordnung.

Das spez. Gew. beträgt bei 20⁰: 1,322. Mol.-Gew. = 122. Mol.-Vol. = 92,29.

$$\chi : \psi : \omega = 2{,}901 : 2{,}760 : 11{,}616. \quad \beta = 97^0\,05'.$$

Ammoniumbenzoat, $C_6H_5 . CO_2NH_4$.

Diese Verbindung wurde von Marignac[1]) und H. Zirngiebl[2]) gemessen. Rhombisch bipyramidal, $a : b : c = 0{,}9873 : 1 : 2{,}1503$. Vollkommen spaltbar nach $c\{001\}$, tafelige Ausbildung nach c. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß durch Verdoppelung der c-Axe ein dem Axenverhältnis der Benzoësäure analoges und ziemlich ähnliches Axenverhältnis resultiert, wenngleich die Symmetrie des Ammonsalzes höher geworden ist.

$$a : b : c = 0{,}9873 : 1 : 4{,}3006. \quad \beta = 90^0.$$

Spez. Gew. = 1,260; Mol.-Gew. = 139; Mol.-Vol. = 110,14.

$$\chi : \psi : \omega = 2{,}927 : 2{,}960 : 12{,}732.$$

Ammoniumbenzolsulfonat, $C_6H_5 . SO_3NH_4$.

Diese gleichfalls von Zirngiebl gemessene Verbindung zeigt bei Verdoppelung der c-Axe ebenfalls noch eine gewisse Ähnlichkeit mit Benzoësäure, wenngleich nicht mehr so deutlich wie das Benzoat, zumal auch die Spaltbarkeit nach der Basis nicht mehr sehr ausgeprägt ist.

$$a : b : c = 0{,}9646 : 1 : 3{,}9310. \quad \beta = 90^0\,0'.$$

Spez. Gew. = 1,342; Mol.-Gew. = 175; Mol.-Vol. = 130,40.

$$\chi : \psi : \omega = 2{,}997 : 3{,}252 : 12{,}782. \quad \beta = 90^0\,0'.$$

Ortho-Derivate.

o-Chlorbenzoësäure, $C_6H_4 . Cl . CO_2H$. Schmelzp. 137⁰.

Monoklin prismatisch; $a : b : c = 1{,}8932 : 1 : 6{,}1679$. $\beta = 96^0\,12'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{101\}$, $x\{123\}$, $y\{\bar{1}21\}$.

Aus organischen Lösungsmitteln wie aus Wasser scheidet sich diese Säure immer in prismatischen, parallel der b-Axe verlängerten Krystallen aus. c ist meist breiter als r, beide gut spiegelnd. Die Endflächen x und y

1) Annales des mines 1857, (5) 12.

2) Diese Zeitschr. 1902, **36**, 137.

sind selten vollzählig entwickelt: am sichersten erhält man sie aus Gemischen von Äthyl- und Amylacetat bei sehr langsamem Verdunsten oder Abkühlen von 40—20⁰; doch finden sie sich stets nur an einem geringen Teil der Krystalle. Für die Wahl der verhältnismäßig komplicierten Indices war die Vergleichung mit Benzoësäure maßgebend. Nach c sehr vollkommen, nach r weniger gut, aber immer noch vollkommen spaltbar. Siehe Figur zur analogen Bromverbindung.

	Berechnet:	Gefunden:		Berechn.:
$c:r = (001):(101) =$	—	*67⁰20′	$(\bar{1}01):(001) =$	78⁰41′
$c:x = (001):(123)$	—	*75 10	$(001):(201)$	75 16
$r:x = (101):(123)$	—	*70 56	$(001):(\bar{2}01)$	87 23
$c:y = (001):(\bar{1}21)$	87⁰02½′	87 09	$(001):(011)$	80 44
$x:y = (123):(\bar{1}21)$	31 29½	31 34	$(210):(100)$	43 16
$x:y = (123):(12\bar{1})$	17 47½	17 46	$(120):(100)$	75 07½
$x:x = (123):(\bar{1}2\bar{3})$	41 38	41 54		
$y:y = (\bar{1}21):(12\bar{1})$	30 08	30 05		

Die Ebene der optischen Axen ist ⊥{010}. Stumpfe Bisektrix stark nach rückwärts gelagert.

Das spez. Gew. beträgt 1,544 bei 20⁰; Mol.-Gew. = 156,5; Mol.-Vol. = 101,37.

$$\chi : \psi : \omega = 3{,}899 : 2{,}059 : 12{,}701.$$

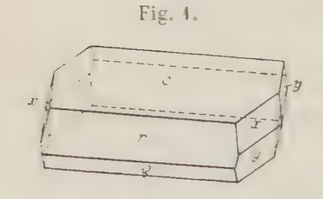
In der Tabelle S. 482 ist diese und die folgende Bromverbindung noch in einer anderen Aufstellung aufgeführt: die beiden Spaltbarkeiten sind als {001} und {100} angenommen, die Pyramidenflächen erhalten dann primäre Indices {111} und {$\bar{1}$11}.

o-Brombenzoësäure, $C_6H_4.Br.CO_2H$. Schmelzp. 147⁰.

Monoklin prismatisch: $a:b:c = 1{,}8224:1:5{,}6154$. $\beta = 101⁰16'$.

Beobachtete Formen: c{001}, r{101}, ϱ{$\bar{1}$01}, x{123}, y{$\bar{1}$21}.

Fig. 1.



Die Ausbildungs- und Krystallisationsverhältnisse sind vollkommen übereinstimmend mit denen der o-Chlorbenzoësäuse, ϱ meist ziemlich schmal; die Endflächen sind selten alle gleichzeitig entwickelt; meist überwiegt eine Fläche von x oder y stark. Wie bei der Chlorverbindung zeigen die meisten Krystalle keine Endflächen; sie sind häufig hohl und spalten sehr vollkommen nach c, etwas weniger gut nach r. Fig. 1.

	Berechnet:	Gefunden:
$c:r = (001):(101) =$	—	*62⁰05′
$c:\varrho = (001):(\bar{1}01)$	82⁰29½′	83 05
$c:x = (001):(123)$	—	*72 30

	Berechnet:	Gefunden:
$r:x = (101):(123) =$	—	$*68^0 40'$
$c:y = (001):(\bar{1}21)$	$88^0 00\frac{1}{2}'$	88 05
$x:y = (123):(\bar{1}21)$	33 $54\frac{1}{2}$	33 57
$x:y = (123):(12\bar{1})$	19 02	19 10
$x:x = (123):(\bar{1}2\bar{3})$	46 14	46 02
$y:y = (\bar{1}21):(12\bar{1})$	30 52	31 02

Vollkommene Spaltbarkeit nach $\{001\}$, deutliche nach $\{101\}$.

Ebene der optischen Axen $\perp\{010\}$.

Das spez. Gew. beträgt bei 20^0 1,929; Mol.-Gew. = 201; Mol.-Vol. = 104,20.

$$\chi : \psi : \omega = 3{,}945 : 2{,}165 : 12{,}160.$$

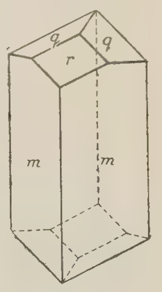
o-**Jodbenzoësäure**, $C_6H_4.J.CO_2H$. Schmelzp. 161^0.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 0{,}7964 : 1 : 0{,}2880$. $\beta = 110^0 28\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$.

Aus organischen Lösungsmitteln dünne Prismen oder Nadeln von *m*, speziell aus Gemischen von Äthyl- und Isoamylacetat mit den Endflächen *q* und *r*. Manchmal treten die *q*-Flächen allein auf, manchmal herrscht aber auch *r* stark vor. Im Ganzen aber sind die Endflächen selten und die Prismen meistens unregelmäßig geendet. Fig. 2.

Fig. 2.



	Berechnet:	Gefunden:
$m:m = (110):(1\bar{1}0) =$	—	$*73^0 27'$
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	—	*30 12
$m:q = (110):(0\bar{1}1)$	—	*83 24
$m:q = (110):(011)$	$64^0 45\frac{1}{2}$	64 50
$m:r = (110):(101)$	61 00	61 05
$q:r = (011):(101)$	22 24	22 30

Deutliche Spaltbarkeit nach *m*.

Ebene der optischen Axen $\perp\{010\}$. Auf Schliffen $\perp$ zur *c*-Axe Axenbild der spitzen Bisektrix. 1. Bisektrix $\parallel$ *c*-Axe. Scheinbarer Axenwinkel in Luft etwa 70^0.

Spez. Gew. bei 20^0 = 2,249; Mol.-Gew. = 249,9; Mol.-Vol. = 110,23.

$$\chi : \psi : \omega = 1{,}374 : 1{,}725 : 0{,}4968.$$

o-**Amidobenzoësäure**, $C_6H_4.NH_2.CO_2H$. Schmelzp. 145^0.

Rhombisch bipyramidal. $a:b:c = 0{,}6877 : 1 : 0{,}6161$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$, $i\{122\}$.

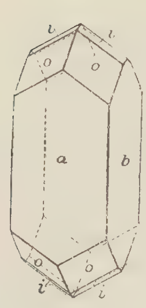


Fig. 3.

Aus organischen Lösungsmitteln krystallisiert diese Verbindung immer mit dem gleichen Habitus. Die beiden Pinakoïde sind in der Regel annähernd gleichgroß ausgebildet, b aber weniger gut spiegelnd; die Form i fand sich an manchen Krystallen aus Äthyl-Isoamylacetatgemisch als schmale, aber gut meßbare Polkantenzuschärfung von o. Fig. 3.

Bei sehr langsamem Abkühlen der Acetatlösungen herrscht an den gebildeten Krystallen oft a über b vor.

	Berechnet:	Gefunden:
$o : a = (111) : (100) =$	—	*52°40′
$o : b = (111) : (010)$	—	*65 21
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	94°47½′	94 45
$(101) : (100)$	48 08½	—
$(011) : (010)$	58 22	—
$(110) : (100)$	34 31	—
$i : a = (122) : (100)$	69 30½	69 28
$i : b = (122) : (010)$	60 39	60 25
$i : i = (122) : (\bar{1}\bar{2}2)$	74 42	—

Nach a sehr vollkommene Spaltbarkeit.

Die Ebene der optischen Axen ist $\{001\}$. Die spitze Bisektrix steht normal zur Spaltebene. Der scheinbare Axenwinkel in Luft ist für *Hg* gelb: $78\frac{1}{2}°$; *Hg* blau: 73°.

Spez. Gew. bei 20° = 1,367; Mol.-Gew. = 137; Mol.-Vol. = 100,26.

$$\chi : \psi : \omega = 4,253 : 6,184 : 3,810.$$

Bei längerem Liegen werden auch unter Licht- und Luftabschluß die Krystalle trübe. Da aus verschiedenen Lösungsmitteln dieselben Krystalle entstehen, kann es sich hierbei nur um eine Umwandlungserscheinung, nicht um Verwitterung handeln. Beim Erhitzen unter dem Mikroskop schmilzt jede der beiden Modifikationen ohne erkennbare vorhergehende Umwandlung; desgleichen zeigt auch die erstarrende Schmelze keine Umwandlungserscheinungen.

Die o-Amidobenzoësäure wurde früher schon von C. Haushofer[1]) und Negri[2]) beschrieben. Die beiden Messungen stimmen untereinander überein, der Habitus der von ihnen beschriebenen Krystalle ist dem hier beobachteten durchaus ähnlich. Trotzdem läßt sich die von H. und N. beobachtete Pyramide nur mit sehr komplizierten Verhältnissen auf das hier abgeleitete Axenverhältnis beziehen. Von einigermaßen einfachen Symbolen

1) Diese Zeitschr. 1877, **1**, 505.

2) Gaz. chim. ital. 1896, **1**, 68. Ausz. diese Zeitschr. **30**, 185.

käme die Messung H.-N. am nächsten einer Pyramide {332} mit folgenden Winkeln:

	Berechnet:	Haushofer:
(100) : (332) =	45°23′	41°30′ appr.
(010) : (332)	61 07	63 41
(332) : ($\bar{3}$32)	89 14	95 11

o-**Nitrobenzoësäure,** $C_6H_4.NO_2.CO_2H$. Schmelzp. 147°.

Triklin pinakoidal. $a:b:c = 0{,}5364:1:0{,}3576$. $\alpha = 131°11\frac{1}{2}'$; $\beta = 109°37'$; $\gamma = 61°54\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $q\{0\bar{1}1\}$, $k\{0\bar{2}1\}$, $g\{0\bar{3}1\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $x\{\bar{2}\bar{4}1\}$.

Aus Kohlenwasserstoffen, speziell Benzol, erhält man die Säure in vorwiegend prismatisch ausgebildeten Krystallen des Typus I, Fig. 4. Doch sind die Flächen der Zone [001] niemals regelmäßig oder vollzählig entwickelt, sondern immer durch Krümmungen oder Streifung gestört; auch hohle Krystalle sind nicht selten. Die Endflächen sind selten alle gleichzeitig vorhanden; fast immer sind *o* und *c* mit guten, spiegelnden Flächen ausgebildet, seltener finden sich *k* und *o* allein. Aus Alkohol, Äther und Aceton krystallisieren Tafeln nach *b*; als Randflächen erscheinen *m*, *c*, *o*, *x*, untergeordnet auch *a*. Fig. 5.

Fig. 4.

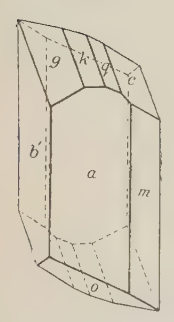
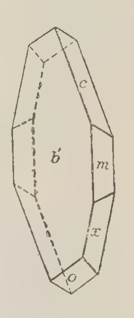


Fig. 5.



	Berechnet:	Gefunden:
$a:b = (100):(010) =$	—	*110°38′
$a:m = (100):(110)$	—	*39 41
$a:\mu = (100):(1\bar{1}0)$	27°03′	—
$b:c = (010):(001)$	—	*52 58
$c:q = (001):(0\bar{1}1)$	21 35¾	21 33
$c:k = (001):(0\bar{2}1)$	48 27¾	48 35
$c:g = (001):(0\bar{3}1)$	71 16	71 21
$c:a = (001):(100)$	—	*87 47
$q:a = (0\bar{1}1):(100)$	—	*77 56
$k:a = (0\bar{2}1):(100)$	67 48	67 47
$g:a = (0\bar{3}1):(100)$	62 44⅓	62 55
$c:m = (001):(110)$	63 14	63 25
$c:o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	33 44	33 41
$o:q = (\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{1}1)$	37 53½	37 47
$o:k = (\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{2}1)$	54 17	54 08

		Berechnet:	Gefunden:
$o:g$	$= (\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{3}1) =$	$72^0 03\frac{3}{4}'$	$71^0 55'$
$o:a$	$= (\bar{1}\bar{1}1):(100)$	$64\ 10\frac{1}{2}$	$64\ 17$
$o:m$	$= (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$83\ \ 1\frac{3}{4}$	—
$o:b$	$= (\bar{1}\bar{1}1):(010)$	$62\ 12$	$62\ 35$
$x:c$	$= (\bar{2}\bar{4}1):(001)$	$88\ 56$	$89\ 06$
$x:o$	$= (\bar{2}\bar{4}1):(\bar{1}\bar{1}1)$	$59\ 52\frac{1}{2}$	$59\ 40$
$x:b$	$= (\bar{2}\bar{4}1):(0\bar{1}0)$	$64\ 13\frac{1}{2}$	$64\ 23$
$x:m$	$= (\bar{2}\bar{4}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$40\ 20$	$41\ 08$

Vollkommene Spaltbarkeit nach a, b und c.

Spez. Gew. bei $20^0 = 1,575$; Mol.-Gew. $= 167$; Mol.-Vol. $= 106,03$.

$$\chi : \psi : \omega = 5,0478 : 9,4098 : 3,3650.$$

o-**Oxybenzoësäure** (Salicylsäure), $C_6H_4.OH.CO_2H$. Schmelzp. 155^0.

Salicylsäure wurde von C. Marignac[1] und A. Sadebeck[2] gemessen. Nach der von Groth[3] vorgeschlagenen Stellung ergibt sich ein Axenverhältnis von:

$$a:b:c = 1,0298:1:0,4344. \quad \beta = 91^0 22'$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $\{001\}$, $\{201\}$, $\{111\}$, $\{211\}$.

Spez. Gew. $= 1,4392$; Mol.-Gew. $= 138$; Mol.-Vol. $= 95,89$.

$$\chi : \psi : \omega = 6,164 : 5,985 : 2,600.$$

Vollkommen spaltbar nach $\{110\}$, andeutungsweise nach $\{001\}$ (in der hier angenommenen Stellung).

Die Ebene der optischen Axen ist $\{010\}$. Auf $\{100\}$ erfolgt der scheinbare Axenaustritt in Luft für *Hg* gelb etwa 23^0 gegen die c-Axe nach vorn (im stumpfen β geneigt). Die scheinbare Neigung der optischen Axe für *Hg* blau beträgt $5^0 12'$ gegen die für gelb, und zwar nach vorn im stumpfen β.

Meta-Derivate.

m-**Chlorbenzoësäure**, $C_6H_4.Cl.CO_2H$. Schmelzp. 153^0.

Trotz vieler Versuche gelang es nicht, diese Säure anders als in mikroskopischen Nadeln oder Bündeln von größeren Krystallen ohne deutliche Endflächen zu erhalten.

m-**Brombenzoësäure**, $C_6H_4.Br.CO_2H$. Schmelzp. 154^0.

Monoklin sphenoidisch. $a:b:c = 1,2903:1:5,4285$. $\beta = 91^0 43\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $q\{011\}$, $\varkappa\{0\bar{1}1\}$, $g\{012\}$, $\gamma\{0\bar{1}2\}$.

---

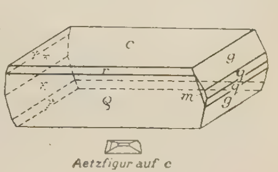
1) Rammelsberg, N. Forsch. i. d. kryst. Chemie, S. 170; Ann. Chim. Phys. 1878, (5) **13**, 400; **15**, 161.

2) Ann. der Phys. u. Chem. v. Wiedemann, n. F., 1878, **5**, 574.

3) Diese Zeitschr. 1881, **5**, 640.

Der Habitus ist allen aus organischen Lösungsmitteln gewonnenen Krystallen gemeinsam: etwas nach c tafelig ausgebildete, parallel der b-Axe verlängerte Prismen von c, r und ϱ, an den Enden q, g und m, bzw. $\varkappa$, γ, μ. Speziell hatten Krystalle aus langsam von 45—20° erkaltenden Lösungen in Alkohol nur $\varkappa$ und q in gleicher Ausbildung als Endflächen. An Krystallen aus Essigestern finden sich g und γ meist gleichzeitig, dagegen $\varkappa$ häufiger oder wenigstens größer ausgebildet als q. m tritt häufiger allein als zusammen mit μ auf, auch noch größer als in der Zeichnung. Auf c erhält man mit zur Hälfte mit Wasser verdünntem Äthylacetat leicht Ätzfiguren, die aber meistens so symmetrisch gebaut sind, daß eine sichere Entscheidung der vorliegenden Symmetrieklasse auf diesem Wege nicht möglich ist. Sehr selten haben auch diese Ätzfiguren kleine Unsymmetrien, z. B. eine Kante mehr auf der einen Seite, die für die Annahme der sphenoidischen Klasse zu deuten sind. Fig. 6a.

Figg. 6 u. 6a.



	Berechnet:	Gefunden:
$r:c = (101):(001) =$	—	*75° 09′
$\varrho:c = (\bar{1}01):(001)$	—	*78 16
$q:c = (011):(001)$	79 33½	79 38
$g:c = (012):(001)$	—	69 46
$q:r = (011):(101)$	87 20	87 15
$q:\varrho = (011):(\bar{1}01)$	87 53½	87 43
$g:r = (012):(101)$	84 55	85 02
$g:\varrho = (012):(\bar{1}01)$	85 58	85 56
$m:m = (110):(\bar{1}10)$	75 35½	75 43
$m:c = (110):(001)$	88 56	88 48
$m:r = (110):(101)$	53 24	53 17
$m:\varrho = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	53 24	53 20
$m:q = (110):(011)$	38 42	38 38
$m:q = (110):(01\bar{1})$	39 17	39 10
$m:g = (110):(012)$	41 35	41 50
$m:g = (110):(01\bar{2})$	42 41	42 46

Sehr vollkommen spaltbar nach c, vollkommen nach ϱ.

Die Ebene der optischen Axen ist $\perp\{010\}$; b ist die spitze Bisektrix.

Spez. Gew. bei 20° = 1,845; Mol.-Gew. = 201; Mol.-Vol. = 108,94

$$\chi:\psi:\omega = 3,221:2,384:13,550.$$

m-Jodbenzoësäure, $C_6H_4.J.CO_2H$. Schmelzp. 185°.

Monoklin sphenoidisch. $a:b:c = 1,3450:1:5,6247$. $\beta = 91°29\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $\sigma\{\bar{1}03\}$, $q\{011\}$, $\varkappa\{0\bar{1}1\}$, $g\{012\}$, $\gamma\{0\bar{1}2\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$.

Die Krystalle zeigen denselben Habitus wie die der analogen Bromverbindung. Im Ganzen sind sie an beiden Enden gleichartig ausgebildet, wenngleich manchmal $\{0\bar{1}2\}$ nicht oder nicht so groß wie $\{012\}$ entwickelt ist. Die Ätzfiguren verhielten sich ganz ebenso wie bei der Bromverbindung. q und $\varkappa$, m und μ waren immer gleichzeitig vorhanden, m und μ mit sehr kleinen Flächen.

		Berechnet:	Gefunden:
$r:c$	$= (101):(001) =$	—	*74°50′
$\varrho:c$	$= (\bar{1}01):(001)$	—	*78 17
$\sigma:c$	$= (\bar{1}03):(001)$	55°33′	55 32
$q:c$	$= (011):(001)$	79 55	79 48
$g:c$	$= (012):(001)$	—	*70 25
$q:r$	$= (011):(101)$	87 22½	87 26
$q:\varrho$	$= (011):(\bar{1}01)$	87 58	87 54
$q:\sigma$	$= (011):(\bar{1}03)$	84 19	84 06
$g:r$	$= (012):(101)$	84 58	84 50
$g:\varrho$	$= (012):(\bar{1}01)$	86 5¾	86 01
$g:\sigma$	$= (012):(\bar{1}03)$	79 04	78 58
$m:m$	$= (110):(\bar{1}10)$	73 37½	73 40
$m:c$	$= (110):(001)$	88 50¾	88 48
$m:r$	$= (110):(101)$	54 29¾	—
$m:\varrho$	$= (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	54 32	54 18
$m:\sigma$	$= (\bar{1}10):(\bar{1}03)$	61 14½	—
$m:q$	$= (110):(011)$	37 30½	37 36
$m:q$	$= (\bar{1}10):(011)$	38 08	38 08
$m:g$	$= (110):(012)$	40 20	40 45
$m:g$	$= (\bar{1}10):(012)$	41 27	41 33

Sehr vollkommen spaltbar nach c, vollkommen nach ϱ.

Ebene der optischen Axen $\perp\{010\}$.

Spez. Gew. = 2,171; Mol.-Gew. = 248; Mol.-Vol. = 114,23.

$$\chi:\psi:\omega = 3,325:2,472:13,905.$$

Anm.: m-Nitrobenzoësäure, $C_6H_4.NO_2.COOH$, Schmelzp. 141°, wurde in Übereinstimmung mit den früheren Messungen gefunden. H. Bücking, diese Zeitschrift 1877, **1**, 391. Haushofer ebenda 505; Bodewig ebenda 1880, **4**, 57; die α- und β-Modifikation des letzteren konnte nicht gefunden werden.

m-Oxybenzoësäure, $C_6H_4.OH.COOH$. Schmelzp. 200°.

Rhombisch bipyramidal. $a:b:c = 0,7008:1:1,2261$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$.

Die Substanz krystallisiert im allgemeinen schlecht; die besten Krystalle wurden aus Kohlenstofftetrachlorid mit etwas Äthylacetat erhalten; es waren stets kleine Täfelchen nach c, etwas verlängert nach b, nur die angegebenen

Formen zeigend. Sie sind immer zu kugeligen Gruppen verwachsen; die eine Ecke der Tafel ist fast immer ohne Ausbildung einer ebenen Fläche abgestumpft. Im allgemeinen entspräche diese Abstumpfung einer Prismenfläche $\{hk0\}$ $h < k$, doch ergibt auch die Messung des ebenen Winkels auf der Basis so schwankende Werte, daß keine Form sicher bestimmt werden kann.

	Berechnet:	Gefunden:
$c:r = (001):(101) =$	—	*60° 15′
$c:q = (001):(011)$	—	*50 48
$r:q = (101):(011)$	71° 43′	71 25

Sehr vollkommen spaltbar nach $\{001\}$.

Ebene der optischen Axen $\{001\}$.

Spez. Gew. bei 20° = 1,463; Mol.-Gew. = 138; Mol.-Vol. = 94,33.

$$\chi : \psi : \omega = 3,356 : 4,788 : 5,871.$$

Para-Derivate.

p-Chlorbenzoësäure. $C_6H_4 . Cl . CO_2H$. Schmelzp. 235°.

Triklin pinakoïdal. $a:b:c = 0,4838:1:0,2505$. $\alpha = 95° 40'$. $\beta = 122° 48'$. $\gamma = 69° 09'$.

Die Krystalle dieser Verbindung wurden als monoklin beschrieben von G. Fels[1]). Die eigentümlich variable Ausbildung und die komplizierten Indices legten die Vermutung einer monoklinen Scheinsymmetrie nahe. Tatsächlich wurden aus einer Lösung in Tetrachlorkohlenstoff mit wenig Äthyl- und Isoamylacetat im Temperaturintervall 30—20° einige wenige kleine, gut ausgebildete und einfache Krystalle von unzweifelhaft trikliner Symmetrie erhalten, während aus allen anderen Lösungsmitteln, bei gewöhnlicher Temperatur wie beim langsamen Abkühlen, stets nur komplizierte Zwillings- und Viellingskrystalle erzielt wurden, deren Deutung wegen unvollkommener Ausbildung unsicher blieb. Jedenfalls sind aber die Krystalle von Fels derartigen Zwillingen zuzuordnen, da sich aus der Aufeinanderfolge gleicher Winkel die Identität mit der beschriebenen Substanz zweifellos ergab.

Fig. 7.

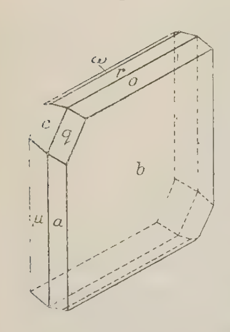
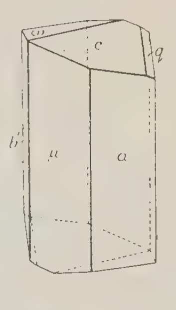


Fig. 8.



Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $q\{011\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $o\{\bar{1}11\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

1) Diese Zeitschr. 1900, **32**, 389.

Aus derselben Lösung bildeten sich sowohl tafelige als prismatische Krystalle nebeneinander (Figg. 7 u. 8). Die Fläche m wurde nur einmal beobachtet.

	Berechnet:	Gefunden:
$c:a = (001):(100) =$	$57^0 00'$	$57^0 08'$
$c:b = (001):(0\bar{1}0)$	83 09	83 16
$a:b = (100):(0\bar{1}0)$	—	*68 49
$m:a = (110):(100)$	24 0½	24 10
$m:c = (110):(001)$	57 55	58 01
$\mu:a = (1\bar{1}0):(100)$	18 22	18 22
$\mu:b = (1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	—	*50 27
$\mu:c = (1\bar{1}0):(001)$	—	*60 37
$q:a = (011):(100)$	62 20½	62 28
$q:b = (011):(010)$	83 55	83 49
$q:c = (011):(001)$	12 55½	12 33
$q:m = (011):(110)$	57 07	57 15
$r:a = (\bar{1}01);(\bar{1}00)$	89 34½	89 18
$r:b = (\bar{1}01):(010)$	84 37	84 35
$r:c = (\bar{1}01):(001)$	33 23	33 48
$r:q = (\bar{1}01):(011)$	31 0½	31 06
$r:\mu = (\bar{1}01):(1\bar{1}0)$	92 11½	92 11
$o:a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	84 20	84 10
$o:b = (\bar{1}11):(010)$	—	*69 56
$o:c = (\bar{1}11):(001)$	40 43	40 48
$o:\mu = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	—	*78 37
$o:r = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	14 37½	14 35
$o:q = (\bar{1}11):(011)$	33 19½	33 24
$\omega:a = (\bar{1}\bar{1}1):(100)$	84 54½	85 06
$\omega:b = (\bar{1}\bar{1}1):(010)$	80 04½	79 58
$\omega:c = (\bar{1}\bar{1}1):(001)$	30 54	31 10
$\omega:\mu = (\bar{1}\bar{1}1):(1\bar{1}0)$	82 26½	82 35
$\omega:r = (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}01)$	15 21½	15 22
$\omega:q = (\bar{1}\bar{1}1):(011)$	34 55½	35 00

Sehr vollkommen spaltbar nach c und b, vollkommen nach a.

Auf b ist das Interferenzbild der stumpfen Bisektrix nahezu normal zu beobachten; die Ebene der optischen Axen ist gegen die Zone [001] 6^0 geneigt und gegen die Normale von {010} etwa 10^0 gegen (100).

Spez. Gew. bei $20^0 = 1{,}541$ (identisch mit der Angabe von Fels); Mol.-Gew. $= 156{,}5$; Mol.-Vol. 101,56.

$$\chi : \psi : \omega = 4{,}955 : 10{,}244 : 2{,}565.$$

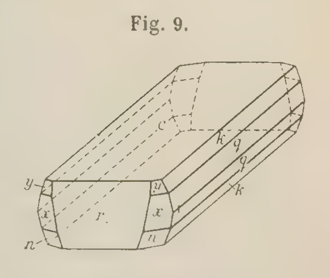
p-**Brombenzoësäure,** $C_6H_4.Br.CO_2H$. Schmelz. 250⁰.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 1{,}2850:1:4{,}8309$. $\beta = 95^0 24'$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $s\{201\}$, $q\{011\}$, $k\{012\}$, $g\{013\}$, $n\{210\}$, $x\{211\}$, $y\{212\}$.

Der Typus der Krystalle ist bei allen Krystallisationen aus organischen Lösungsmitteln stets derselbe: langprismatisch parallel der *a*-Axe mit tafeliger Entwicklung von *c*. *q* zeigt immer gut ausgebildete, spiegelnde Flächen, während *k* und *g* oft nur als Streifung, seltener mit unvollzähligen, aber keine hemiëdrische Verteilung aufweisenden Flächen erscheint. Manchmal sind die Krystalle auch hohl und spitzen sich an den Enden ohne deutliche Flächenausbildung zu. Nur bei sehr langsamem Krystallisieren aus Gemengen von Äthyl- und Isoamylacetat, auch von Aceton, trägt ein Teil der Krystalle deutliche Endflächen. Dabei ist *r* immer vorhanden, selten und untergeordnet *s*; oft *r* allein, aber auch mit *n*, *x* oder *y*, selten mit allen dreien gleichzeitig. *a* wurde zusammen mit *r*, *x* und *n* nur einmal an einem aus Aceton stammenden Krystall beobachtet. Fig. 9.

Fig. 9.



Nach *c* ist vollkommene Spaltbarkeit vorhanden; beim Biegen brechen die übrigens stets recht kleinen Krystalle in einer zur *b*-Axe parallelen Kante ab; der Bruch ist muschelig, doch lassen sich manchmal Reflexe einstellen, die eine unvollkommene Spaltbarkeit nach *a* anzudeuten scheinen.

	Berechnet:	Gefunden:
$r:c = (101):(001) =$	—	*70⁰00′
$r:a = (101):(100)$	14⁰28½′	14 42
$s:a = (201):(100)$	7 23	—
$q:c = (011):(001)$	—	*78 10
$k:c = (012):(001)$	67 16	67 49
$g:c = (013):(001)$	57 51	58 10
$q:r = (011):(101)$	85 59	85 57
$k:r = (012):(101)$	82 24	82 29
$g:r = (013):(101)$	79 31	79 25
$q:s = (011):(201)$	87 22	87 20
$k:s = (012):(201)$	85 2½	etwa 85⁰
$q:a = (011):(100)$	88 53½	88⁰54′
$k:a = (012):(100)$	87 54	etwa 88⁰
$g:a = (013):(100)$	87 08	—
$n:n = (210):(2\bar{1}0)$	65 13	65⁰22′
$n:r = (210):(101)$	35 23	35 30

	Berechnet:	Gefunden:
$n:q = (210):(011) =$	57° 04′	57° 00′
$n:k = (210):(012)$	58 09	—
$n:q = (210):(01\bar{1})$	59 15	59 10
$n:x = (210):(211)$	6 22	6 23
$x:a = (211):(100)$	—	*32 45
$x:x = (211):(2\bar{1}1)$	64 07	64 03
$x:q = (211):(011)$	56 3½	—
$x:q = (211):(01\bar{1})$	61 16½	61 10
$x:y = (211):(212)$	6 06	6 08
$y:c = (212):(001)$	72 58½	72 55
$y:a = (212):(100)$	34 3½	—
$y:y = (212):(2\bar{1}2)$	63 41	—
$y:r = (212):(101)$	31 08	30 59
$y:q = (212):(011)$	55 32	55 35
$y:q = (212):(01\bar{1})$	63 31½	63 25

Die Ebene der optischen Axen ist $\{010\}$. Durch c ist das Kurvenbild der stumpfen Bisektrix zu beobachten; die stumpfe Bisektrix ist etwa 5° gegen die Normale von c nach oben geneigt.

Spez. Gew. bei 20° = 1,894; Mol.-Gew. = 201; Mol.-Vol. = 106,13.

$$\chi : \psi : \omega = 3,315 : 2,580 : 12,463.$$

p-**Jodbenzoësäure**, $C_6H_4.J.CO_2H$. Schmelzp. 265°.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 1,3640:1:5,0229$. $\beta = 97° 19'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $n\{210\}$, $x\{211\}$, $y\{212\}$.

Im allgemeinen gleichen die Krystalle dieser Säure denen der analogen Bromverbindung, unterscheiden sich aber von ihr durch die Neigung, in dünnen Blättern (nach c) und mit wenig gut ausgebildeten Randflächen zu krystallisieren. r überwiegt stark ϱ; an einem Krystall wurde x und y, an einem anderen n und x neben r und q beobachtet. Zwischen c und q ist manchmal eine gestreifte, matte Region zu bemerken, die den flacheren Klinodomen an der *p*-Brombenzoësäure entsprechen würde. Figur wie bei *p-Br*-Benzoësäure.

Nach c sehr vollkommene Spaltbarkeit.

	Berechnet:	Gefunden:
$r:c = (101):(001) =$	—	*68° 05′
$\varrho:c = (\bar{1}01):(001)$	81° 44′	—
$r:\varrho = (101):(10\bar{1})$	30 11	29 29
$r:a = (101):(100)$	14 36	—
$q:c = (011):(001)$	—	*78 39

	Berechnet:	Gefunden:
$q:r = (011):(101) =$	85° 47′	85° 41′
$q:\varrho = (011):(\bar{1}01)$	88 23	—
$q:a = (011):(100)$	88 34	—
$n:n = (210):(2\bar{1}0)$	69 09	—
$n:r = (210):(101)$	36 43	37 08
$n:\varrho = (2\bar{1}0):(10\bar{1})$	35 05	—
$n:q = (210):(011)$	55 14	—
$n:q = (210):(01\bar{1})$	58 06	—
$n:x = (210):(211)$	6 19	6 15
$x:c = (211):(001)$	—	*77 38
$x:x = (211):(2\bar{1}1)$	67 20	67 25
$x:q = (211):(011)$	54 25	53 59
$x:q = (211):(01\bar{1})$	60 10	60 03
$x:y = (211):(212)$	6 01½	5 49
$y:c = (212):(001)$	71 36½	71 48
$y:y = (212):(2\bar{1}2)$	64 40	—
$y:q = (212):(011)$	54 6½	53 43
$y:q = (212):(01\bar{1})$	62 28½	62 16
$x:r = (211):(101)$	34 08	34 20

Ebene der optischen Axen ist $\{010\}$. Auf c ist das Bild der stumpfen Bisektrix zu sehen, scheinbar etwa 50° gegen die Normale von c nach hinten geneigt. Der Winkel der optischen Axen ist sehr klein; beide Axen verlaufen scheinbar in Luft sehr nahe der c-Fläche.

Spez. Gew. bei 20° = 2,184; Mol.-Gew. = 248; Mol.-Vol. = 113,55.

$$\chi : \psi : \omega = 3,487 : 2,556 : 12,842.$$

p-Oxybenzoësäure, $C_6H_4 . OH . CO_2H$. Schmelzp. 210°.

Eine Säure von der Zusammensetzung $C_7H_6O_3 + H_2O$ wurde schon früher gemessen von Reusch[1]) und Fels[2]). Die käufliche Säure aus wasserfreiem Aceton, Äthylacetat oder Kohlenstoffchlorid beim langsamen Erkalten von Lösungen von 40—20° umkrystallisiert, ergab unter sich identische Krystalle, die aber von denen der früheren Messungen verschieden waren. Ferner blieben Splitter der hier erhaltenen Krystalle beim Erhitzen bis zum Schmelzpunkt vollkommen klar, im Gegensatz zu den rasch das Wasser verlierenden der früheren Beobachter; endlich ergab die Kohlenstoffbestimmung 61,13 % Kohlenstoff, berechnet 60,87 für die wasserfreie, 58,85 % für die wasserhaltige Säure. Demnach liegt eine Substanz von der Formel $C_7H_6O_3$ vor.

---

1) Diese Zeitschr. 1879, **3**, 103.

2) Ebenda 1900, **32**, 391.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 2,4326:1:4,3978$. $\beta = 126^0 22'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $r\{101\}$, $q\{011\}$, $k\{012\}$, $m\{210\}$, $o\{211\}$, $\omega\{21\bar{1}\}$.

Die Krystalle aus Äthylacetat zeigen vollkommen übereinstimmenden Habitus: vorwiegend sind die Flächen von q entwickelt, alle übrigen Flächen sind klein, m und k fehlen oft. Jeder Krystall zeigt zwei Regionen nicht ausgebildeter Flächen von linsenartig gekrümmter Oberfläche, und zwar da, wo hintere bzw. untere Orthodomen auftreten würden. Die Erscheinung findet sich auch an den Krystallen aus wasserfreiem Aceton, die in der Richtung dieser nicht entwickelten Formen öfters prismatisch verlängert sind. Aus Lösungen in Kohlenstofftetrachlorid mit etwas Äthylacetat, in welchen sich ein Teil der Krystalle wegen des hohen spezifischen Gewichtes des Lösungsmittels schwebend ausgebildet hatte, sind diese rundlichen Oberflächenanteile kleiner; die Krystalle sind parallel den Kanten [(001) : (011)] etwas verlängert und zeigen nur c, q, r, o und sehr klein a. Da die Krystalle meist seitlich aufgewachsen sind, kann man nur sehr selten von den rechten nach den linken Flächen messen. Fig. 10.

Fig. 10.

		Berechnet:	Gefunden:
$c:r$	$= (001):(101) =$	—	*34⁰52′
$r:a$	$= (101):(100)$	—	*18 26
$q:c$	$= (011):(001)$	—	*74 10
$k:c$	$= (012):(001)$	60⁰26′	60 21
$q:a$	$= (011):(100)$	80 37	80 34
$k:a$	$= (012):(100)$	72 51	72 51
$m:a$	$= (210):(100)$	44 17¾	44 05
$m:c$	$= (210):(001)$	64 40½	64 35
$m:q$	$= (210):(011)$	37 58	37 56
$m:k$	$= (210):(012)$	35 06	—
$m:r$	$= (210):(101)$	47 14	47 05
$r:q$	$= (101):(011)$	77 04	77 05
$r:k$	$= (101):(012)$	66 07	65 58
$o:c$	$= (211):(001)$	55 18	55 15
$o:a$	$= (211):(100)$	40 39	40 31
$o:m$	$= (211):(210)$	9 12½	9 23
$o:q$	$= (211):(011)$	39 58	39 56
$o:k$	$= (211):(012)$	33 34	33 46
$o:o$	$= (211):(2\bar{1}1)$	78 48	78 46

	Berechnet:	Gefunden:
$o : r = (211) : (101)$ =	$40^0 02\frac{1}{2}'$	$40^0 01'$
$\omega : c = (\bar{2}11) : (001)$	$104\ 31\frac{1}{3}$	$104\ 18$
$\omega : a = (\bar{2}11) : (\bar{1}00)$	$49\ 42\frac{3}{4}$	$50\ 00$
$\omega : m = (21\bar{1}) : (210)$	$10\ 48$	$10\ 56$
$\omega : q = (\bar{2}11) : (011)$	$49\ 23$	$49\ 22$
$\omega : k = (\bar{2}11) : (012)$	$58\ 13$	—
$\omega : r = (21\bar{1}) : (101)$	$56\ 08$	$56\ 16$
$\omega : \omega = (\bar{2}11) : (\bar{2}\bar{1}1)$	$83\ 12$	—
$\omega : q = (21\bar{1}) : (011)$	$38\ 01$	$38\ 12$
$\omega : k = (21\bar{1}) : (012)$	$39\ 16$	$39\ 12$

Vollkommen spaltbar nach r.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu $\{010\}$; auf der Spaltfläche das Interferenzbild der stumpfen Bisektrix sichtbar.

Spez. Gew. bei $20^0 = 1{,}497$; Mol. Gew. $= 138$; Mol.-Vol. $= 92{,}19$.

$$\chi : \psi : \omega = 5{,}368 : 2{,}207 : 9{,}705.$$

***p*-Nitrobenzoësäure**, $C_6H_4 . NO_2 . CO_2H$. Schmelzp. 238^0.

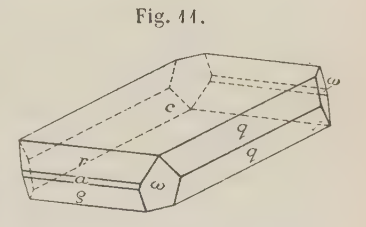
Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 2{,}5615 : 1 : 4{,}2314. \quad \beta = 96^0 38'.$$
$$2{,}5432 : 1 : 4{,}2349. \quad \beta = 96^0 51\tfrac{1}{2}'. \quad \text{Wlengel.}$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$,

Aus allen Lösungsmitteln entstehen rechtwinklig begrenzte Täfelchen nach $c\{001\}$. Beim Abkühlen von gesättigten Lösungen in Äthylacetat von 40—20° bildeten sich Kombinationen von c, q und a, sehr untergeordnet auch r; die Flächen von c sind fast immer gerundet, wenn auch glänzend. Aus etwa 80 %igem Alkohol krystallisieren unter denselben Umständen wie oben Kombinationen aller angegebenen Formen; r und ϱ sind dabei häufig gleich groß ausgebildet, mit und ohne die schmale Abstumpfung von a; manchmal überwiegt auch die eine oder andere dieser Formen bis zum Verschwinden der anderen; a ist jedoch stets schmal. Fig. 11. Die immer gut entwickelten Flächen von q fehlen nie, die von o fast nie. Im Habitus variieren die Krystalle von quadratisch bis langprismatisch parallel der a-Axe.

Fig. 11.



	Berechnet:	Gefunden:
$a : c = (100) : (001)$ =	$83^0 22'$	—
$r : c = (101) : (001)$	$54\ 02$	$54^0 03'$
$\varrho : c = (\bar{1}01) : (001)$	—	$*63\ 45$

	Berechnet:	Gefunden:
$\varrho : a = (\bar{1}01) : (\bar{1}00) =$	—	*32° 53′
$(r : a = (101) : (100)$	29° 20′	29 13)
$q : c = (011) : (001)$	—	*76 37
$q : a = (011) : (100)$	88 28	88 28
$q : r = (011) : (101)$	82 11	82 08
$q : \varrho = (011) : (\bar{1}01)$	84 07½	84 04
$\omega : c = (\bar{1}11) : (001)$	79 50	79 46
$\omega : a = (\bar{1}11) : (\bar{1}00)$	70 25	70 29
$\omega : q = (\bar{1}11) : (011)$	21 07	21 07
$\omega : r = (\bar{1}11) : (101)$	100 43	100 35
$\omega : \varrho = (\bar{1}11) : (\bar{1}01)$	62 13	62 22
$(110) : (100)$	68 32	—
$(210) : (100)$	51 51	—

Sehr vollkommen spaltbar nach {001}, deutlich nach {100}.

Die Ebene der optischen Axen ist {010}. Auf {001} ist das Interferenzbild der einen Axe zu sehen. Gegen die Fläche {001} ist diese Axe für gelbes *Hg*-Licht etwa 38° nach hinten geneigt (scheinbar in Luft). Der Winkel zwischen derselben Axe in den verschiedenen Farben des *Hg*-Lichtes beträgt scheinbar:

Gelb-Hellgrün . . . $3\frac{1}{2}°$
Hellgrün-Dunkelgrün . $7\frac{3}{4}°$
Dunkelgrün-Blau . . $12\frac{4}{5}°$,

und zwar wachsen diese Winkel gegen die Normale von *c* hin an, sodaß die Axe für blaues Licht mit der *c*-Fläche einen scheinbaren Winkel von etwa 62° bildet.

Das Interferenzbild zeigt infolge dieser starken Dispersion der Axen sehr intensive Farben, besonders sind nur farbige, in der Mitte von einem weißen Balken unterbrochene Hyperbeln zu sehen.

Spez. Gew. bei 20° = 1,610; Mol.-Gew. = 167; Mol.-Vol. = 103,73.

$$\chi : \psi : \omega = 5{,}451 : 2{,}128 : 9{,}000.$$

p-**Amidobenzoësäure**, $C_6H_4 . NH_2 . CO_2H$. Schmelzp. 187°.

Diese Substanz wurde schon von G. B. Negri[1]) gemessen.

Monoklin prismatisch. $a : b : c = 1{,}4403 : 1 : 0{,}7312$. $\beta = 100° 10'$.

Negri beobachtete die Formen $r\{101\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$; *r* war öfters ausgehöhlt, *q* schmal und selten, die Krystalle nach [100] verlängert.

1) Gaz. chim. ital. 1896, **1**, 68; **2**, 186. Ausz. diese Zeitschr. **30**, 185.

Bei Wiederholung von Krystallisationen aus Alkohol ergaben sich Krystalle, die neben den von N. beobachteten Formen noch $a\{100\}$ und $o\{111\}$ zeigten; der Habitus war wesentlich anders, alle Krystalle waren mehr oder weniger tafelig nach ϱ entwickelt; r trat, obwohl es die Ebene einer ziemlich vollkommenen Spaltbarkeit ist, nur selten und untergeordnet auf (Fig. 12); manche Krystalle zeigten durch einigermaßen gleichgroße Ausbildung von ϱ, q und a einen pseudooktaëdrischen Habitus (Fig. 13). a und ϱ waren häufig etwas gerundet, wenn auch glänzend.

Fig. 12.

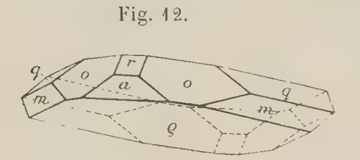
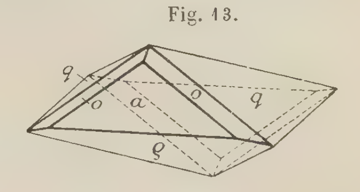


Fig. 13.



	Negri Berechnet:	Negri Gefunden:	Steinmetz Gefunden:
$a:c = (100):(001) =$	79° 50′	—	—
$r:a = (101):(100)$	55 12	—	55° 17′
$r:\varrho = (101):(\bar{1}01)$	53 24	53° 23′	—
$(\varrho:a = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	71 24	—	71 22)
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	71 28½	—	71 35
$q:r = (011):(101)$	42 28	42 17	42 20
$q:\varrho = (011):(\bar{1}01)$	44 39	44 33	44 30
$q:a = (011):(100)$	81 46	—	81 58
$m:a = (110):(100)$	54 48	54 49½	55 00
$m:r = (110):(101)$	70 47½	70 47	—
$m:\varrho = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	79 24½	79 24	79 36
$m:q = (110):(011)$	55 57	55 55	55 54
$m:q = (\bar{1}10):(011)$	66 55	66 45	67 01
$o:a = (111):(100)$	60 30½	—	60 48
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	61 58	—	61 55
$o:\varrho = (111):(\bar{1}01)$	59 15½	—	59 21
$o:q = (111):(011)$	21 01	—	21 03
$o:m = (111):(110)$	45 17	—	45 16

Ziemlich vollkommen spaltbar nach $\{101\}$.

Ebene der optischen Axen $\perp\{010\}$. Auf $\{\bar{1}01\}$ das Interferenzbild der stumpfen Bisektrix sichtbar; Bisektrix stark gegen die Kante zu $(\bar{1}0\bar{1})$ geneigt.

Spez. Gew. bei 20° = 1,393; Mol.-Gew. = 137; Mol.-Vol. = 98,35.

$$\chi:\psi:\omega = 6{,}568 : 4{,}560 : 3{,}334.$$

	Axenverhältnis	β	Topische Axen
Benzoësäure	1,0508 : 1 : 4,2084	97° 05′	2,901 : 2,760 : 11,616
Ammoniumbenzoat . . .	0,9873 : 1 : 4,3006	90° 00′	2,927 : 2,960 : 12,732
Ammoniumbenzolsulfonat .	0,9646 : 1 : 3,9310	90° 00′	2,997 : 3,252 : 12,782
Ortho-Chlorbenzoësäure .	I. Stg. 1,8932 : 1 : 6,1679	96° 12′	3,899 : 2,059 : 12,704
	II. Stg. 3,7821 : 1 : 6,8251	67° 20′	6,190 : 1,599 : 10,843
Ortho-Brombenzoësäure .	I. Stg. 1,8224 : 1 : 5,6154	101° 16′	3,945 : 2,165 : 12,160
	II. Stg. 3,6439 : 1 : 6,2327	62° 05′	6,310 : 1,732 : 10,793
Ortho-Jodbenzoësäure . .	0,7964 : 1 : 0,2880	110° 28½′	1,374 : 1,725 : 0,4968
Ortho-Oxybenzoësäure . .	1,0298 : 1 : 0,4344	91° 22′	6,164 : 5,985 : 2,600
Ortho-Amidobenzoësäure .	0,6877 : 1 : 0,6161	90°	4,253 : 6,184 : 3,810
Ortho-Nitrobenzoësäure . .	0,5364 : 1 : 0,3576 $\alpha = 131^0 11\frac{1}{2}'$; $\gamma = 61^0 54\frac{1}{2}'$	109° 37′	5,0478 : 9,4098 : 3,3650
Meta-Brombenzoësäure . .	1,2903 : 1 : 5,4285	91° 43½′	3,221 : 2,384 : 13,550
Meta-Jodbenzoësäure . .	1,3450 : 1 : 5,6247	91° 29½′	3,325 : 2,472 : 13,905
Meta-Oxybenzoësäure . .	0,7008 : 1 : 1,2261	90° 00′	3,356 : 4,788 : 5,871
Meta-Nitrobenzoësäure . .	0,9625 : 1 : 1,2915	91° 02′	4,272 : 4,449 : 5,746
Para-Chlorbenzoësäure . .	0,4838 : 1 : 0,2505 $\alpha = 95^0 40'$; $\gamma = 69^0 09'$	122° 48′	4,955 : 10,244 : 2,565
Para-Brombenzoësäure . .	1,2850 : 1 : 4,8309	95° 24′	3,315 : 2,580 : 12,463
Para-Jodbenzoësäure . . .	1,3640 : 1 : 5,0229	97° 19′	3,487 : 2,556 : 12,842
Para-Oxybenzoësäure . .	2,4326 : 1 : 4,3978	126° 22′	5,368 : 2,207 : 9,705
Para-Amidobenzoësäure .	1,4403 : 1 : 0,7312	100° 10′	6,568 : 4,560 : 3,334
Para-Nitrobenzoësäure . .	2,5615 : 1 : 4,2314	96° 38′	5,451 : 2,128 : 9,000

Spaltbarkeit	Ebene der opt. Axen	Dichte	Molekular- Gew.	Molekular- Vol.	Vorhandene Formen
{001} sehr vollkom.	{010}	1,322	122	92,29	{001}, {101}, {$\bar{1}$01}, {110}, {011}, {012}, {013}.
{001} vollkommen	{100}	1,260	139	110,14	{001}, {112}, {102}.
{001} unvollkommen	{100}	1,342	175	130,4	{001}, {112}, {102}, {014}.
{001} unvollkommen {101} fast vollkomm. {001} vollkommen {100} fast vollkomm.	⊥ {010}	1,544	156,5	101,36	{001}, {101}, {123}, {$\bar{1}$21}. {001}, {100}, {111}, {$\bar{1}$11}.
{001} vollkommen {101} deutlich {001} vollkommen {100} deutlich	⊥ {010}	1,929	201	104,2	{001}, {101}, {123}, {$\bar{1}$21}. {001}, {100}, {111}, {$\bar{1}$11}.
{110} deutlich	⊥ {010}	2,249	249,9	110,23	{110}, {101}, {011}.
{110} vollkommen {001} sehr unvollk.	{010}	1,4392	138	95,89	{110}, {001}, {201}, {111}, {211}.
{100} sehr vollkomm.	{001}	1,367	137	100,26	{100}, {010}, {111}, {122}.
{001}, {010}, {100} vollkommen		1,575	167	106,03	{100}, {010}, {001}, {110}, {0$\bar{1}$1}, {0$\bar{2}$1}, {0$\bar{3}$1}, {$\bar{1}\bar{1}$1}, {$\overline{24}$1}.
{001} sehr vollkomm. {$\bar{1}$01} vollkommen	⊥ {010}	1,845	201	108,94	{001}, {101}, {$\bar{1}$01}, {110}, {1$\bar{1}$0}, *q*{011}, {0$\bar{1}$1}, {012}, {0$\bar{1}$2}.
{001} sehr vollkomm. {$\bar{1}$01} vollkommen	⊥ {010}	2,171	248	114,23	{001}, {101}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{1}$03}, {110}, {1$\bar{1}$0}, *q*{011}, {0$\bar{1}$1}, {012}, {0$\bar{1}$2}.
{001} vollkommen	{001}	1,463	138	94,33	{001}, {011}, {101}.
{001) sehr vollkomm.	⊥ {001}	1,527	167	109,44	{001}, {110}, {011}, {$\bar{2}$01}, {111}, {$\bar{1}$11}, {$\bar{2}$11}.
{001}, {010} s. vollk. {100} vollkommen		1,541	156,5	101,56	{100}, {010}, {001}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {011}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{1}$11}, {$\bar{1}\bar{1}$1}.
{001} vollkommen {100} unvollkommen	{010}	1,894	201	106,13	{100}, {001}, {101}, {201}, {011}, {012}, {013}, {210}, {211}, {212}.
{001} vollkommen {100}?	{010}	2,184	248	113,55	{001}, {101}, {$\bar{1}$01}, {011}, {210}, {210}, {211}, {212}.
{101} vollkommen	⊥ {010}	1,497	138	92,19	{001}, {100}, {101}, {011}, {012}, {210}, {211}, {21$\bar{1}$}.
{101} vollkommen	⊥ {010}	1,393	137	98,35	{101}, {$\bar{1}$01}, {100}, {011}, {111}.
{001} sehr vollkomm. {100} deutlich	{010}	1,610	167	103,73	{001}, {100}, {101}, {$\bar{1}$01}, {011}, {$\bar{1}$11}.

	χ	ψ	ω	β
Benzoësäure . . .	2,901	2,760	11,646	97° 05′
o-Chlorbenzoësäure	3,899	2,059	12,704	96 42
o-Brombenzoësäure .	3,945	2,165	12,160	101 16
m-Brombenzoësäure	3,221	2,384	13,550	91 43½
m-Jodbenzoësäure .	3,325	2,472	13,905	91 29½
p-Brombenzoësäure .	3,315	2,580	12,463	95 24
p-Jodbenzoësäure .	3,487	2,556	12,842	97 49

Differenzen	χ	ψ	ω
o-Chlor- / *o*-Brombenzoësäure	0,046	0,106	— 0,541
o-Brom- / *m*-Brombenzoësäure	— 0,724	0,219	1,390
m-Brom- / *m*-Jodbenzoësäure	0,104	0,088	0,355
m-Brom- / *p*-Brombenzoësäure	0,094	0,196	— 1,087
m-Jod- / *p*-Jodbenzoësäure	0,162	0,084	— 1,063
p-Brom- / *p*-Jodbenzoësäure	0,172	— 0,024	0,379

Aus der tabellarischen Übersicht (siehe S. 482 und 483) können folgende Beziehungen abgeleitet werden:

Eine Strukturähnlichkeit innerhalb der untersuchten Gruppen von *o*-, *m*- und *p*-Derivaten ist ohne weiteres nicht zu erkennen. Das kann darin begründet sein, daß die untersuchten Substanzen nicht alle in vergleichbaren Zuständen vorliegen, oder daß sie als chemisch verschiedene Körper auch verschiedene, einander durchaus unähnliche Strukturen besitzen.

Anderseits finden sich unter den beschriebenen Halogenderivaten in jeder der drei Gruppen stets zwei, die in einer näheren Strukturverwandtschaft zueinander stehen und die außerdem auch noch eine gewisse Ähnlichkeit mit Benzoësäure selbst aufweisen; es scheint all diesen Krystallen ein gemeinsamer Strukturtyp (im weiteren Sinne) zugrunde zu liegen. Nebenstehende Zusammenstellung mag diese Verhältnisse noch deutlicher zeigen.

Demnach stehen *o*-Chlor- und *o*-Brom-, *m*-Brom- und *m*-Jod-, *p*-Brom- und *p*-Jodbenzoësäure je miteinander in einem Ähnlichkeitsverhältnis, wie es im allgemeinen bei isomorphen Substanzen gefunden wird. Gemeinsam haben diese Verbindungen mit Benzoësäure einen etwas kleineren ψ- als χ-Wert, einen mehr als 3 mal größeren ω-Wert, verglichen mit χ. Physikalisch ist die große ω-Axe ausgedrückt durch eine sehr vollkommene Spaltbarkeit parallel der Basis. Der Winkel β liegt zwischen 91° und 101°; auffallend groß ist die Differenz in β bei den zwei *o*-Verbindungen, die die normalen Differenzen zwischen isomorphen Substanzen überschreitet.

Beim Übergang von *o*-Chlor- zu *o*-Brombenzoësäure zeigen χ und ψ kleine Zunahmen, ω eine deutliche Abnahme. Beim Übergang von *m*-Brom- zu *m*-Jodbenzoësäure und *p*-Brom- zu *p*-Jodbenzoësäure zeigen χ und ω Zunahme, ψ bei »*m*« eine geringe Zu-, bei »*p*« geringe Abnahme. Die Übergänge von *m*-Brom- und *m*-Jodbenzoësäure zu den entspre-

chenden p-Substituenten verlaufen sehr ähnlich; χ und ψ zeigen kleine Zunahmen, ω entschiedene Abnahme.

Die Brombenzoësäure ist die einzige, die in den drei Formen als o-, m- und p-Säure in vergleichbaren Zuständen auftritt. Der Übergang von o nach m ist charakterisiert durch eine Verkleinerung der χ-Axe und mäßiges Anwachsen von ψ, beträchtliches von ω; der Übergang von m nach p zeigt die schon genannte Verkleinerung in der ω-Axe, bei mäßigem Anwachsen von χ und ψ.

Die monokline o-Jodbenzoësäure weist eine ganz andere Struktur als die Chlor- und Bromverbindung auf. Doch ist es möglich, aus gemischten Lösungen von o-Brom- und o-Jodbenzoësäure Mischkrystalle zu erhalten; die o-Brombenzoësäure nimmt etwas von der Jodverbindung auf, ohne ihre charakteristische Krystallform wesentlich zu ändern; zwar gelang es nicht, meßbare Krystalle zu erhalten, doch war die mikroskopische Untersuchung zur Feststellung der Spaltbarkeit, Lage der Axenebene und Bestimmung des Habitus ausreichend. Das höchste beobachtete spezifische Gewicht betrug 1,98, was einem Mischungsverhältnis von 100 Mol. Brombenzoësäure und 16,8 Jodbenzoësäure entspricht. Aus Lösungen mit vorherrschendem Jodgehalt krystallisiert die Jodverbindung nahezu rein aus; später erscheinen dann wieder Krystalle der Bromform, aber mit Jodgehalt, deren Dichte zu 1,99 gefunden wurde. Es scheint demnach normale Dimorphie der beiden Substanzen vorzuliegen, wobei aber eine große Lücke die Mischungsreihe unterbricht, und überdies eine größere Aufnahmefähigkeit der Bromsäure für die Jodverbindung als umgekehrt vorhanden ist.

Die m-Chlorbenzoësäure konnte niemals in meßbaren Krystallen erhalten werden, doch sprechen Beobachtungen unter dem Mikroskop dafür, daß sie mit den Brom- und Jodverbindungen isomorph ist.

Bei den p-Derivaten sind es die Brom- und Jodverbindung, die untereinander gleiche, aber von der Chlorverbindung verschiedene Struktur zeigen. Auch hier dürfte wie bei den o-Verbindungen Dimorphie vorliegen, da Mischkrystalle von Chlor- und Brombenzoësäuren sowohl in der triklinen wie monoklinen Form erhalten werden können. Aus Lösungen mit vorherrschendem Chlorgehalt wurden trikline Krystalle bis zu einem spezifischen Gewicht von 1,650, aus solchen mit vorherrschendem Bromgehalt monokline Krystalle bis zu einem spezifischen Gewicht von 1,840 erhalten; das entspricht Mischungsverhältnissen von 100 Mol. Chlorbenzoësäure zu 44,7 Mol. Brombenzoësäure, bzw. 17,1 Mol. Chlorbenzoësäure zu 100 Mol. Brombenzoësäure.

Eine isomorphe Vertretung von Halogen durch Hydroxyl ist an den untersuchten monosubstituierten Benzoësäuren nicht zu beobachten. Die

o-Oxybenzoësäure (Salicylsäure) hat mit ihrer Spaltbarkeit nach dem Prisma eine gänzlich andere Struktur als die entsprechenden Chlor- und Bromverbindungen, zeigt aber auch zu der gleichfalls prismatisch spaltenden *o*-Jodbenzoësäure keine Analogien. Rein geometrisch, d. h. ohne Beziehung auf die Krystallstruktur, läßt sich mit Benzoësäure eine nahe Übereinstimmung im Prismenwinkel und in β feststellen, worauf schon früher von Groth hingewiesen wurde.

Die rhombische *m*-Oxybenzoësäure schließt sich mit ihrer topischen χ-Axe ziemlich nahe an die Werte der *m*-Chlor- und *m*-Brombenzoësäure an, und diese beiden wiederum haben einen nahe an 90° gelegenen Winkel β; auch ist bei der Oxysäure eine recht vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis vorhanden; jedoch entspricht ihr keine ähnlich große ω-Axe wie bei dem »Benzoësäuretyp«.

Die *p*-Oxybenzoësäure zeigt in ihrem ψ-Wert einige Ähnlichkeit mit der *p*-Brom- und Jodbenzoësäure, hat eine sehr große ω-Axe, aber keine analoge Spaltbarkeit. Es bestätigt sich also auch in dieser Gruppe das Resultat von Fels: Eine Isomorphie von Halogen und Hydroxyl schlechtweg existiert nicht, was jedoch dem Vorhandensein gewisser Ähnlichkeiten von Fall zu Fall nicht widerspricht.

Die *o*-Nitrobenzoësäure steht unter den übrigen *o*-Verbindungen isoliert; die *m*-Nitro- und *p*-Nitrobenzoësäure zeigt in den topischen Parametern eine gewisse Ähnlichkeit mit den Oxysäuren, die allerdings nur bei den *m*-Verbindungen von gleichartiger Spaltbarkeit begleitet ist.

	χ	ψ	ω	β
m-Oxybenzoësäure	3,356	4,788	5,871	90°00′
m-Nitrobenzoësäure	4,272	4,449	5,746	91 02
p-Oxybenzoësäure	5,368	2,207	9,705	126 22
p-Nitrobenzoësäure	5,451	2,128	9,000	96 38

Die *o*- und *p*-Amidobenzoësäure stehen isoliert. Für die letztere hat schon Negri eine Aufstellung angegeben, bei welcher die Axenverhältnisse denen der Benzoësäure überraschend ähnlich werden:

$$a:b:c = 1{,}0967:1:4{,}2658;\ \beta = 94^\circ 30';$$
$$\chi:\psi:\omega = 3{,}030:2{,}763:11{,}785.$$

Die Ähnlichkeit erstreckt sich aber nur auf die geometrische Gestalt, nicht auf die Struktur, da nach dieser Aufstellung die einzige Ebene vollkommener Spaltbarkeit $\{\bar{1}03\}$ würde.

Bemerkenswert ist noch, daß die von Zirngiebl gemessenen Verbindungen Ammonbenzoat und Ammonbenzolsulfonat durch Verdoppelung der

c-Axe in eine der Benzoësäure ähnliche Form gebracht werden können; allerdings ist auch diese Analogie nur formell, da dann die beobachteten Formen nichtprimäre Indices erhalten.

Keine der beschriebenen Substanzen ergab bisher andere meßbare als die bisher mitgeteilten Modifikationen.

Beim Schmelzen und Wiedererstarren zeigten sich niemals Umwandlungserscheinungen, und Krystallisationen bei tieferen Temperaturen haben noch zu keinem Resultat geführt.

XXXIV. Krystallographische Untersuchung von Dinitrobenzoësäuren.

Von

B. Goßner in München.

(Mit 5 Textfiguren.)

Von den sechs möglichen isomeren Dinitrobenzoësäuren werden vier im folgenden krystallographisch untersucht und beschrieben.

Die Absicht der Untersuchung war ein Beitrag zur Morphotropie, und es wurde anfänglich gehofft, daß gerade diese Beispiele wegen ihrer mannigfachen chemischen Beziehungen zu anderen Stoffen Aussicht auf Erfolg bieten könnten. Denn solche mehrfache substituierte Benzolabkömmlinge mit verschiedenartigen Substituenten erscheinen als einfache Derivate einer größeren Zahl von Stoffen und sollten wenigstens in manchen Fällen deutliche morphotropische Beziehungen aufweisen.

So sollte in unserer Stoffgruppe vor allem nicht allein die Reihe Nitrobenzoësäuren — Dinitrobenzoësäuren — Trinitrobenzoësäuren Vergleichbares bieten, sondern auch noch die Reihen Dinitrobenzol—Dinitrotoluol—Dinitrophenol — Dinitrohalogenbenzol — Dinitrobenzoësäuren — also eine ziemliche Anzahl von vergleichbaren Stoffen mit verhältnismäßig großem Molekül. Es ist hier gleich zu bemerken, daß der Erfolg nicht gerade groß war. Bei der Gegenüberstellung der im folgenden beschriebenen krystallographischen Eigenschaften der vier Dinitrobenzoësäuren mit krystallographisch bekannten Gliedern der anderen genannten Stoffgruppen ließen sich neue[1]) wirklich einwandfreie morphotropische Beziehungen nicht ermitteln. Gewiß findet man bei einer größeren Anzahl von zu vergleichenden Krystallarten immer Ähnlichkeiten in den Winkeln dieser oder jener Zone. Aber die Ähnlichkeiten sind nicht die Regel. Das negative Ergebnis zeigt in erster Linie,

---

1) Über die nahen Beziehungen der *m*-Nitrobenzoësäure zu 3.5-Dinitrobenzoësäure siehe Groth, Einleitung in die chemische Krystallographie, S. 40. Leipzig 1904.

daß bei zu erwartenden strukturellen Beziehungen vom Grade der Morphotropie die Sicherheit der Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen bedeutend abnimmt.

Dagegen sollen zwei Beziehungen hier nicht unerwähnt bleiben.

Zunächst besitzen die vier untersuchten Dinitrobenzoësäuren trotz aller krystallographischen Verschiedenheit eine auffallende Ähnlichkeit in der Größe des spezifischen Volumens, wie folgender Vergleich der nach der Schwebemethode ermittelten spezifischen Gewichte zeigt:

Dinitrobenzoësäure	2.4	2.6	3.4	3.5
Spez. Gewicht	1,672	1,681	1,674	1,683

Ferner ist die Wahrscheinlichkeit einer strukturellen Beziehung der Krystalle der 3.5-Dinitrobenzoësäure zu jenen des 1.3.5-Trinitrobenzols und der Pikrinsäure nicht gering. Die beiden letzteren können nach A. Fock[1]) und P. Groth[2]) als gute morphotropische Beispiele gelten. Nun ist aber in ihren Parametern die Dinitrobenzoësäure gerade der Pikrinsäure sehr ähnlich, wenn wir von der Verschiedenheit des Krystallsystemes absehen; letzteres kann ja auch bei morphotropischen Vergleichen infolge der größeren zu erwartenden Strukturdeformation eher geschehen, weil eine Änderung der Neigung der Axen nicht ausgeschlossen ist. Daß hier in chemischer Hinsicht analoge Substitutionsprodukte vorliegen, zeigt folgende Schreibweise ihrer Konstitutionsformeln:

NO_2	$COOH$	NO_2
H	H	OH
NO_2 NO_2	NO_2 NO_2	NO_2 NO_2
1.3.5-Trinitrobenzol	3.5-Dinitrobenzoësäure	Pikrinsäure.

Pikrinsäure und 3.5-Dinitrobenzoësäure sind also hiernach einfache Derivate des Trinitrobenzoles. Stärker ist allerdings der Unterschied zwischen Pikrinsäure und der Dinitrobenzoësäure. Aber wenn Trinitrophenol wirklich eine morphotropische Beziehung zu Trinitrobenzol erkennen läßt, dann ist eine solche auch nicht ausgeschlossen für letzteres und Dinitrobenzoësäure und folglich auch möglich für letztere und Pikrinsäure. Angesichts der höchst einfachen Formenkombination, welche der Eindeutigkeit der Aufstellung förderlich ist, scheint die Ähnlichkeit im Axenverhältnis, welche noch von einer solchen im Molekularvolumen begleitet ist, keine zufällige zu sein. Die Beziehungen gibt folgende Tabelle wieder:

---

1) Einleitung in die chemische Krystallographie, S. 117. Leipzig 1888.

2) Einleitung in die chemische Krystallographie. Leipzig 1904.

Axenverhältnis:

Trinitrobenzol (rhombisch) . $a:b:c = 0,9540:1:0,7330$; ($\beta = 90^0$)[1]
Mol.-Vol.: 125,3[2])

Pikrinsäure (rhombisch) . . $a:b:c = 1,0305:1:1,0434$; ($\beta = 90^0$)[3])
Mol.-Vol.: 128,4[2])

Dinitrobenzoësäure (monokl.) $a:b:c = 1,1294:1:1,0724$; ($\beta = 95^0 37'$)
Mol.-Vol.: 125,9

Die einzelnen Ergebnisse der Krystallmessung sind folgende:

2.4-Dinitrobenzoësäure $= C_6H_3(COOH)(NO_2)_2$.

Schmelzp. 179⁰. Spez. Gew. 1,672.
Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 0,6585:1:0,8705;\ \beta = 97^0 9'.$$

Aus warmem wässerigem Methylalkohol erhält man beim langsamen Erkalten tafelige Krystalle (Fig. 1), seltener sechseitige Prismen der einfachen Kombination $b\{010\}$, $m\{110\}$, $c\{001\}$. Oft treten dazu noch Flächen

Fig. 1.

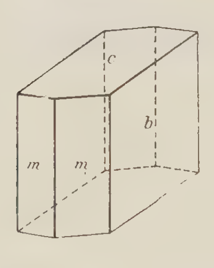
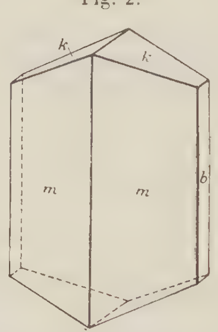


Fig. 2.



von $n\{210\}$ und eine Form mit schmalen vizinalen Flächen, der Lage nach etwa $\omega\{11\bar{1}\}$ entsprechend. Beim langsamen Verdunsten einer gemischten Aceton-Benzollösung treten an den Krystallen an Stelle von $c\{001\}$ breite Flächen von $k\{012\}$ auf; auch erscheint $b\{010\}$ bisweilen mehr untergeordnet (Fig. 2).

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:b = (110):(010) =$	—	*56⁰50′
$n:b = (210):(010)$	71⁰55′	71 46
$m:c = (110):(001)$	—	*84 1

1) Friedländer, diese Zeitschr. 1879, **3**, 168.

2) P. Groth, Einleitung in die chemische Krystallographie. Leipzig 1904.

3) Brugnatelli, diese Zeitschr. 1895, **24**, 275.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:r = (110):(101)$ (Spaltfläche)	$46^\circ 21'$	$46^\circ 45'$
$c:r = (001):(101)$ »	—	*48 24
$k:r = (012):(101)$ »	52 26	52 16
$k:b = (012):(010)$	66 39	66 46
$\omega:m = (11\bar{1}):(110)$	62 0	—

Spaltbarkeit nach $r\{101\}$ vollkommen.

Doppelbrechung stark, negativ. Ebene der optischen Axen ist $b\{010\}$; die 1. Mittellinie ist nahezu senkrecht zu $r\{101\}$. $2E = 18^\circ$ (*Na*-Licht). Dispersion außerordentlich stark; $\varrho < v$.

2.6-Dinitrobenzoësäure $= C_6H_3(COOH)(NO_2)_2$.

Schmelzp. 202°. Spez. Gew. 1,681.

Rhombisch bipyramidal.

$$a:b:c = 0{,}8847:1:0{,}3538.$$

Aus einer gemischten Aceton-Benzollösung erhält man Prismen $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $a\{100\}$, an den Enden mit $q\{011\}$ und $o\{111\}$ (Fig. 3); ganz schmal findet sich manchmal $r\{101\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:b = (110):(010)$	$48^\circ 30'$	$48^\circ 31'$
$n:b = (210):(010)$	66 8	66 15
$o:a = (111):(100)$	69 21	69 29
$o:b = (111):(010)$	71 51	71 53
$o:m = (111):(110)$	—	*61 54
$q:b = (011):(010)$	—	*70 31
$q:m = (011):(110)$	77 14	77 20
$q:n = (011):(210)$	82 15	82 15
$q:o = (011):(1\bar{1}1)$	43 19	43 19

Fig. 3.

Spaltbarkeit nach $a\{100\}$ vollkommen, nach $b\{010\}$ und $c\{001\}$ deutlich.

Doppelbrechung stark, positiv. Ebene der optischen Axen ist $a\{100\}$; 1. Mittellinie die b-Axe. $2E = 103^\circ$. Dispersion stark; $\varrho < v$.

3.4-Dinitrobenzoësäure $= C_6H_3(COOH)(NO_2)_2$.

Schmelzp. 163—164°. Spez. Gew. 1,674.

Monoklin-prismatisch.

$$a:b:c = 1{,}2903:1:0{,}4738;\ \beta = 92^\circ 20'.$$

An den aus Amylacetat erhaltenen Krystallen war nur die herrschende vertikale Prismenzone gut meßbar; neben $m\{110\}$ fanden sich noch $n\{210\}$, $a\{100\}$ und $l\{120\}$. Als Endbegrenzung ließen sich nur selten eigentliche Krystallflächen wahrnehmen; die Prismen waren gewöhnlich durch eine

stark gekrümmte und geknickte Fläche c mit vielfacher Zwillingsstreifung schief abgeschnitten. Krystalle dieser Art sind durchweg aus Zwillingslamellen aufgebaut. Nur vereinzelt ließen prismatische Krystalle an den Enden $q\{011\}$ und $o\{111\}$ (Fig. 4) meist in schlechter Ausbildung erkennen. Auch hier war Zwillingsbildung wahrzunehmen, und zwar einerseits einfache Zwillinge nach $\{100\}$, anderseits meist noch komplizierter lamellarer Aufbau der Teilkrystalle.

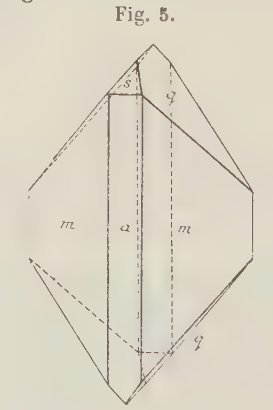
	Berechnet:	Beobachtet:
$m:a = (110):(100) =$	—	*52° 12′
$m:n = (110):(210)$	19° 22′	19 1
$m:l = (110):(120)$	16 36	16 56
$q:a = (011):(100)$	—	*87 53
$m:q = (\bar{1}10):(011)$	—	*71 47
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	50 40	51 30
$m:o = (110):(111)$	58 0	58 10
$m:o = (1\bar{1}0):(111)$	95 0	95 30
$o:a = (111):(100)$	69 41	68 30

Spaltbarkeit nach $\{010\}$ und $\{100\}$ deutlich.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu $\{010\}$; durch $\{010\}$ beide Axen außerhalb des Gesichtsfeldes. Die Auslöschungsrichtung auf $\{010\}$ bildet etwa 32° mit der c-Axe. Der lamellare Aufbau der Krystalle beeinträchtigte die nähere optische Untersuchung.

Fig. 4.

Fig. 5.



3.5-Dinitrobenzoësäure $= C_6H_3(COOH)(NO_2)_2$ [1].

Schmelzp. 204—205°. Spez. Gew. 1,683.

Monoklin-prismatisch.

[1] Bereits früher untersucht von L. Henniges, diese Zeitschr. 1883, **7**, 523. Das mitgeteilte Axenverhältnis stimmt wenig genau mit dem hier gefundenen überein; auch besteht große Abweichung in Habitus, Combination und Spaltbarkeit. Unser Material stammte von Kahlbaum und war durch die Schmelzpunktsbestimmung identifiziert.

$a:b:c = 1{,}1294:1:1{,}0724;\ \beta = 95^0 37'$.

Aus einer gemischten Aceton-Benzollösung kurze blaßgelbe Prismen mit den herrschenden Formen $m\{110\}$, $a\{100\}$ und $q\{011\}$. Untergeordnet findet sich meist noch $s\{102\}$ (Fig. 5, S. 492), während $o\{111\}$ nur selten mit schmalen Flächen auftritt.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (110):(\bar{1}10)$ =	83° 20′	83° 18′
$q:q = (011):(01\bar{1})$	86 16	86 19
$s:a = (102):(100)$	—	*60 5
$s:q = (102):(011)$	—	*51 27
$q:a = (011):(100)$	—	*86 10
$o:a = (111):(100)$	54 20	54 20
$o:s = (111):(102)$	39 33	39 34
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	72 54	73 0
$q:m = (011):(110)$	53 50	53 37
$s:m = (102):(110)$	70 38	70 44

Spaltbarkeit nach $\{100\}$ vollkommen, nach $\{102\}$ deutlich.
Ebene der optischen Axen ist $\{010\}$.

XXXV. Auszüge.

1. J. Koenigsberger (in Freiburg i. Br.): **Zur Handhabung des Apparates für die Untersuchung der optischen Anisotropie undurchsichtiger Substanzen** (Centralbl. f. Min. 1910, 712—713).

Verf. gibt zu seiner früheren Beschreibung der optischen Untersuchung undurchsichtiger Substanzen (Ausz. diese Zeitschr. **38**, 302; **49**, 491: **51**, 401) verschiedene praktische Handgriffe an, die auszugsweise nicht wiedergegeben werden können.

Ref.: E. Kaiser.

2. St. J. Thugutt (in Warschau): **Über chromatische Reaktionen auf Calcit und Aragonit** (Ebenda 786—790. — Kosmos 1910, **35**, 506, polnisch).

Namentlich bei stark gefärbtem Materiale versagen die von Meigen angegebenen und viel angewandten chromatischen Reaktionen zur Unterscheidung von Calcit und Aragonit. Hier kann nun eine von Lemberg bereits angegebene Methode (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **24**, 197) benutzt werden. Lemberg behandelte Calcit und Aragonit bei 60—70° mit 10%iger Silbernitratlösung, spülte dann das Präparat mit destilliertem Wasser ab und behandelte dann mit 20%iger Lösung von chromsaurem Kali. Es bildete sich ein gut haftender Überzug von Silberchromat auf Calcit, auch auf Witherit und Alstonit, nicht aber auf Aragonit. Verf. zeigt nun, daß dieser Unterschied nur deshalb auftritt, weil der auf Aragonit entstehende $AgCO_3$-Niederschlag viel zu voluminös ist und deshalb auf der Aragonitoberfläche schlecht haftet. Wendet man andere Versuchsbedingungen an, so ist diese Lemberg'sche Methode sehr geeignet zur Unterscheidung von Calcit und Aragonit. Am vorteilhaftesten erwies sich bei gewöhnlicher Temperatur 0,1 normale $AgNO_3$-Lösung und einsekundige Einwirkung; dann entsteht auf grobkörnigem Aragonitpulver (Horschenz) ein gut haftender, gleichmäßig orangeroter Überzug von Silberchromat, während auf Calcit nur rote Fleckchen und Risse zu sehen sind. Will man auf Calcit dieselbe Wirkung wie auf Aragonit erzielen, so muß die Einwirkungsdauer bei sonst gleichen Bedingungen eine halbe Stunde dauern.

Ref.: E. Kaiser.

3. O. H. Erdmannsdörffer (in Hannover, früher in Berlin): **Über die Biotitanreicherung in gewissen Granitkontaktgesteinen** (Ebenda 790—797).

Um zu zeigen, daß es bei der Kontaktmetamorphose Fälle gibt, bei denen eine zwar geringe, aber doch deutliche stoffliche Änderung eines metamorphosierten Gesteines von dem Eruptivgesteine aus eintritt, beschreibt Verf. einzelne

Fälle von Granit-Tonschieferkontakt mit stofflicher Beeinflussung des Tonschiefers durch den Granit, von denen ein Beispiel hier angeführt werden möge. Ein vom Chaos de Héas in den Westpyrenäen stammender Block zeigt einen Granitgang, der quer durch das Nebengestein (einen Hornblende und spärlichen Biotit auf einzelnen Schieferungsflächen führenden, gut schieferigen Gneiß) hindurchsetzt. Parallel der Granitgrenze zeigt sich, quer durch die Schieferungsflächen hindurchziehend, eine namhafte Vermehrung des Biotitgehaltes, der nicht aus dem Nebengestein stammen kann.

Mehrere Reihen von Analysen, deren Material so ausgewählt ist, daß auch sicher das umgewandelte Gestein mit dem vergleichsweise herangezogenen unumgewandelten Gesteine chemisch zur Zeit der Umwandlung übereinstimmte, werden näher besprochen. Sie zeigen ebenfalls, daß eine Änderung im stofflichen Bestande eintritt, die sich durch eine der wachsenden Krystallinität proportionale Zunahme von Biotit äußert, der sich auf Kosten des ursprünglichen Muskovits, Chlorits und etwaiger toniger Substanz des Tonschiefers bildete.

Der ganze Vorgang der Biotitanreicherung fällt in die Zeit der Erstarrung des Hauptmagmas, in die magmatische Phase, wobei das Entweichen der die Biotitanreicherung hervorrufenden Agentien aus dem Magma eine leichte Beweglichkeit derselben voraussetzt. Trotz direkter magmatischer Zuführung ist der stoffliche Charakter der betroffenen Gesteine erhalten geblieben, sodaß das Gestein als solches nicht metasomatisch verändert ist und die Erscheinung nicht unter den Begriff des Kontaktmetasomatismus fällt.

Ref.: E. Kaiser.

4. St. J. Thugutt (in Warschau): **Ein mikrochemischer Beweis der zusammengesetzten Natur des Hydronephelits nebst Bemerkungen über die Abstammung der Spreusteine** (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1910, 1, 25—36).

Der von Clarke und Diller (Ausz. diese Zeitschr. **12**, 505) beschriebene Hydronephelit von Litchfield wurde vom Verf. an Originalstücken näher untersucht. Von dem mit Bromoform mechanisch analysierten Material wurde die mittlere Fraktion mit einem spez. Gewicht 2,262 analysiert.

I. Zusammensetzung des fein gepulverten, mit verdünnter Salzsäure behandelten Hydronephelits, IR. des Rückstandes, II. des Hydronephelits, berechnet im Verhältnis zu 13,25% im gröberen Pulver enthaltenen Wasser (Fehlerquelle beim Pulvern, vgl. Ausz. diese Zeitschr. **51**, 411). A., B. und C. Analysen von Clarke. III. entspricht der Formel $Al_3(SiO_4)_3Na_2H . 3H_2O$.

	I.	IR.	II.	III	A.	B.	C.
H_2O	15,35	—	13,25	13,76	13,12	13,30	12,98
SiO_2	38,31	0,34	39,26	39,29	38,90	39,24	38,99
Al_2O_3	32,80	4,06	33,61	33,41	33,98	33,16	33,62
CaO	Spur	—	Spur	—	0,05	Spur	0,07
K_2O	0,44	—	0,45	—	1,01	0,88	1,12
Na_2O	13,51	—	13,84	13,54	13,21	13,07	13,07
	100,41	4,40	100,41	100,00	100,27	99,65	99,85

Aus der Zusammensetzung II. berechnet sich, daß das Hydronephelit von Litchfield aus 82,66 Natrolith, 2,00 Diaspor und 14,91 Hydrargillit besteht. Die Anwesenheit von Hydrargillit und Diaspor kann dadurch nachgewiesen werden, daß man ausgeglühtes Hydronephelitpulver (0,1—0,5 mm) auf einem Uhrglase mit einigen Tropfen $\frac{1}{10}$%iger Kobaltnitratlösung benetzt, bei 100° trocknet

und dann auf dem Platinblech bei heller Rotglut erhitzt. Diaspor und Hydrargillit werden blau gefärbt, Natrolith nicht. Hydronephelit gehört darnach zum Spreustein.

Spreustein von Brevig, Norwegen, ergab Analyse IV., während V. denselben Spreustein nebst Rückstand R. im Verhältnis von 10,60 % Wasser angibt, die im gröberen Pulver enthalten sind.

	IV.	V.	R.	VI.	VII.	R.
H_2O	12,85	10,60	—	13,78	11,46	—
SiO_2	41,37	42,70	0,27	39,42	41,63	1,15
Al_2O_3	25,77	31,97	5,53	27,45	31,82	3,61
Fe_2O_3	0,16	0,39	0,23	0,49	0,50	—
CaO	0,80	0,82	—	0,08	0,08	—
MgO	—	—	—	0,06	0,06	—
K_2O	0,12	0,12	—	0,29	0,30	—
Na_2O	13,39	13,73	—	14,01	14,39	—
R	5,87	—	—	4,66	—	—
	100,33	100,33	6,03	100,24	100,24	4,76

Aus den Analysen ergibt sich, daß der Spreustein von Brevig aus 89,90 Natrolith, 6,53 Diaspor, 3,61 Hydrargillit und 0,46 Limonit besteht. Während Brögger die sechsseitigen Formen des Spreusteins von Brevig auf in der Richtung der trigonalen Axe verlängerte Rhombendodekaëder von Sodalith zurückführte, bezieht Verf. diese Formen auf Nephelin, wofür verschiedene Erscheinungen der chemischen Umwandlung sprechen.

Aus den vom Verf. aufgestellten Formeln

Sodalith $8\,Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 4\,Na_2Al_2O_4 \cdot 4\,Na_2Cl_2$
Nephelin $8\,Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 4\,Na_2Al_2O_4 \cdot 3\,K_2Al_2Si_3O_{10}$

folgert das Verhältnis der Tonerde des Diaspor + Hydrargillit zu der Tonerde des Natrolith 1 : 2 für Sodalith, 4 : 11 für Nephelin. Das entsprechende Verhältnis ist beim Spreustein von Litchfield 11,47 : 22,14, von Brevig 8,28 : 24,08, sodaß also ersterer aus Sodalith, letzterer aus Nephelin entstanden ist.

Spreustein von Arven, Langesundfjord, zeigt in feingepulvertem Zustande Material VI., während VII. denselben Spreustein samt Rückstand, berechnet im Verhältnis von 11,46 % im gröberen Pulver enthaltenem H_2O, zeigt. Die Analysen ergeben 87,77 Natrolith, 4,25 Diaspor, 7,23 Hydrargillit. Auch dieser Spreustein ist aus Eläolith hervorgegangen.

Die aus Cancrinit hervorgegangenen Spreusteine zeigen einen Kalkgehalt.

Die den Spreustein begleitenden Feldspäte wandeln sich in Pinit bzw. Glimmer, nicht in Spreustein um.

Ref.: E. Kaiser.

5. Hans Leitmeier (in Wien): **Zur Kenntnis der Carbonate. Die Dimorphie des kohlensauren Kalkes.** I. Teil. (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1910, **1**, 49—74.)

Für das natürliche Vorkommen des Aragonits stellte G. Rose 8 Gruppen auf: 1. Eingewachsen in Ton mit Gyps und Quarz. 2. In Spalten und Höhlungen des Eisenspats, Dolomits und Braunspats. 3. Untergeordnet auf Schwefelgruben in Sizilien. 4. Auf Gängen in Serpentin. 5. In Höhlungen neuerer vulkanischer Gesteine, vor allem des Basaltes. 6. Die unter 2. einzureihenden

Sinterbildungen und Tropfsteine. 7. Als Thermalabsätze von heißen Quellen. 8. Pseudomorphosen, zu denen der Aragonit Veranlassung gibt oder die er bildet. Verf. fügt noch hinzu: 9. Aragonit als organische Bildungen einer großen Anzahl von Meerestieren, Muscheln und Schnecken. 10. Aragonit als Absatz von Mineralquellen bei gewöhnlichen Temperaturen. Es befinden sich unter diesen Vorkommen neben solchen, die zweifellos bei höheren Temperaturen entstanden, auch solche, die nur bei gewöhnlicher Temperatur entstanden sein können. Die Erklärung muß hier in dem Vorhandensein von Lösungsgenossen (mit $CaCO_3$ nicht isomorphen Salzen) gesehen werden, die von einer gewissen Konzentration an (dem »Schwellenwerte« H. Vater's) bei zugeordneten Druck- und Temperaturverhältnissen die Ausscheidung der unbeständigen Modifikation bewirken (was nach dem Verf. physikalisch-chemisch durch einen Wechsel der Oberflächenspannung zu erklären ist). Als solche Lösungsgenossen sieht Verf. in der Natur besonders wirksam $M_3SO_4 . 7H_2O$ und $M_3Cl_2 . 6H_2O$ und stellt sich in der vorliegenden Arbeit die Aufgabe, die Krystallisationen einer Lösung von 0,1 g $CaCO_3$ in 100 g H_2O bei wachsender Konzentration der genannten Salze (für jedes Salz je einen Versuch mit Zufügung von 0,001 g, 0,005 g, 0,01 g, 0,05 g, 0,1 g je eines der genannten Salze) bei 2^0, 10^0, 20^0, entsprechend den natürlichen Wassertemperaturen, Winter, Jahresmittel, Sommer, zu untersuchen. Es ergaben sich also, wenn wir die Versuche mit M_3SO_4 durch a, mit M_3Cl_2 durch b bezeichnen, 3 Versuchsreihen mit je 10 Einzelversuchen $1a$ bis $5b$. Die Dauer der Versuche betrug 3 Monate. In der ersten Reihe bei 2^0 entstand nur Kalkspat, 1—4 als Grundrhomboëder, nur bei $5a$ und b entstanden flächenreichere Krystalle. In der Reihe von 10^0 bildete sich gleichfalls nur Kalkspat als $\{01\bar{1}2\}$ bei $1a$ und $1b$. Bei $2a$ und b begann die Aragonitbildung, in feinen Nädelchen (nachgewiesen durch die Meigen'sche Reaktion) neben dem Kalkspat in Grundrhomboëdern. Sie nahm dann mit steigender Konzentration der Mg-Salze stetig zu. Von 4 an reichlicher als Kalkspat. Bei 2 und 3 war das Chlorid der Aragonitbildung günstiger als das Sulfat, bei 5 vielleicht eher umgekehrt. Vielleicht schon bei 3, sicher von 4 an erfolgte, gleichfalls in steigender Menge, die Bildung von Dolomit (erkannt durch die Lemberg'sche Probe). In der Reihe von 20^0 ergab sich Aragonitbildung schon von 1 an ($1b$ mehr als $1a$, bei 5 umgekehrt), zugleich zeigte sich die gebildete Aragonitmenge reichlicher als bei den entsprechenden Versuchen der Reihe von 10^0. Die Krystallform des Kalkspats war bei 1 und 5 das Grundrhomboëder, bei 2 flächenreichere Kombinationen. Dolomitbildung erfolgte (wieder zunehmend) von 3 an.

Mit größeren Mengen der Lösungsgenossen will der Verf. später versuchen, die rhombische Modifikation des kohlensauren Kalkes allein zu erhalten, weiter dann auch Versuche mit anderen Carbonaten als isomorphen Beimengungen anstellen.

Ref.: Arthur Schwantke.

6. J. Uhlig (in Bonn): **Nephrit aus dem Harz** (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1910, 2, 80—103. — Sitzungsber. d. Niederrh. Gesellsch. f. Nat. u. Heilkunde, Bonn, Naturw. Abt., 1910, in Sitzungsber., herausgeg. vom Naturhistor. Verein der preuß. Rheinlande, A. 11—20, mit Diskussionsbemerkungen von Steinmann, Welter und Brauns).

Angeregt durch die Untersuchungen von Kalkowsky (Ausz. diese Zeitschr. **46**, 307) und Steinmann (Ausz. diese Zeitschr. **50**, 89) über die Entstehung des Nephrits in Ligurien, gelang es Verf. (und unabhängig von ihm auch

O. Welter in Bonn) Nephrit im Gabbro-Serpentingebiet des Radautales bei Harzburg an der starken Kehre aufzufinden, welche die Fahrstraße vom Radaufall nach dem Molkenhause beim Verlassen der Sohle des Radautales macht. Das Gestein wurde von Fromme (Ausz. diese Zeitschr. 50, 621) als Nephritoid beschrieben.

Der Nephrit ist an Harzburgit gebunden, der von Gabbropegmatit, mit zum Teil ganz in ein dichtes Prehnitaggregat umgewandeltem Feldspat, durchsetzt wird. Der Nephrit tritt in einem 20 cm mächtigen Gange auf und setzt sich aus gekröseartig aneinander gelegten Schlingen zusammen, innerhalb deren noch eine komplizierte Fältelung zu erkennen ist, sodaß man es wohl mit einer zusammengestauchten Gangmasse zu tun hat. Die Farbe ist zumeist lichtgrün, grünlichgrau oder rein hellgrau; dunkelgrüne bis schwärzlichgrüne, dann aber chloritbaltige Varietäten treten nur in schmalen Streifen auf. Linsenförmige Partien der Gangmasse zeigen um einen unregelmäßig knolligen Kern dünnblätterige Nephrit- und Chloritschalen gepackt. Der Nephrit ist an der Oberfläche durch Anwitterung asbestartig ausgefasert.

Die Analyse, deren Ausführung genau beschrieben wird, ergab:

SiO_2	56,61	
TiO_2	0,02	
Al_2O_3	1,80	
Cr_2O_3	Spur	
FeO	4,38	
NiO	0,03	
MnO	0,06	
CaO	12,72	
MgO	21,32	
H_2O bei 125°	0,28	
über Teclubrenner	1,33	
vor Gebläse	1,37	
	99,82	Spez. Gew. 2,93.

Nach der mikroskopischen Untersuchung besteht die Hauptmasse des Mineralaggregates aus Strahlstein, sodaß alle übrigen Bestandteile, außer etwa Chlorit, nur als vereinzelte Beimengungen auftreten. Die verschiedenen vorhandenen Strukturen werden eingehend beschrieben. In dem Strahlsteinfilz treten auf: größere Individuen von Strahlstein, eine lichtbraune Hornblende, Diallag, in schwarzen Fasern in den Streifen und Falten der Gangmasse Chlorit mit Körnchen von Spinell und als spärliche Gemengteile Erz, gelegentlich mit Leukoxenrändern, Titanit, Epidot. Ein eigentümliches Mineralaggregat in einem 2,5 cm starken Gange im Harzburgit, seitwärts vom Nephritgange, zeigt einen dichten Filz von Nadeln und Blättchen eines Pyroxen, der ein unregelmäßiges Maschenwerk von körnig struierten Partien von Prehnit mit etwas farblosem Granat bildet. Die Analyse des gereinigten Materiales, das nur ganz wenig von mit Granat beschwertem Prehnit verunreinigt war, ergab:

		Mol.-Verh.:
SiO_2	49,17	0,814
TiO_2	0,11	0,001
Al_2O_3	6,52	0,064
Fe_2O_3	0,59	0,004
Übertrag	56,39	

			Mol.-Verh.:
	Übertrag	50,39	
FeO		7,07	0,098
NiO		0,07	0,001
MnO		0,80	0,011
CaO		22,91	0,408
MgO		10,14	0,252
Na_2O		0,30	0,005
K_2O		0,08	0,001
H_2O	bei 125°	0,43	
	üb. Teclubrenner	1,47	
	vor Gebläse	0,63	
		100,29	Spez. Gew. 3,30.

$SiO_2 : CaO : (MgO + FeO) = 0{,}815 : 0{,}408 : 0{,}362$, ungefähr 2 : 1 : 1, der Diopsidformel entsprechend. Die magnesiareicheren Mineralien sind auf die an den Serpentin anstoßende Randpartie des Ganges beschränkt. Verf. vergleicht dieses Aggregat mit dem von Kalkowsky als Cárcaro bezeichneten, nephritartigen Gestein. Verf. sieht sein als Prehnit-Carcaro bezeichnetes Gestein als das metamorphosierte, aber in seinem ursprünglichen Zustande doch noch gut wieder zu erkennende Muttergestein des Nephrit an.

Der Harzburger Nephritgang soll entstanden sein aus einem im jetzt serpentinisierten Nebengestein aufsetzenden Gang von plagioklasarmem Gabbro, der innerhalb der Gangspalte zusammengestaucht und mit Serpentinmaterial verknetet wurde. Wasser muß eine große Rolle bei der Umwandlung gespielt haben, und die von Steinmann für die ligurischen Nephrite angegebene Deutung, daß die Pressungen und Stauchungen auf die Schwellung zurückzuführen seien, die bei der Bildung des benachbarten Serpentins durch Wasseraufnahme stattfanden, muß auch für das Harzburger Vorkommen angenommen werden. Daß bei der Umwandlung auch die chemische Massenwirkung eine Rolle spielt, zeigt sich darin, daß bei dem Harzburger Nephrit in der Ca-reichen Prehnitumgebung aus Diallag Diopsid, im Mg-reicheren Mittel dagegen Strahlstein entsteht.

Ein in den Steinbrüchen unterhalb des Radaufalles auftretender Metaxit hat das ungewöhnlich hohe spez. Gewicht 2,89, einen Gehalt an FeO von 18,80 %; an H_2O von 11,56 % und ist als Hydrophit zu bezeichnen.

Ref.: E. Kaiser.

7. Max Hanke (in ?): **Über Eutektstruktur bei Silikatschmelzen** (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1910, **1**, 91—114. Mit 1 Tafel).

Die Arbeit beschreibt Versuche mit künstlichen Silikatschmelzen. Die den einfachen Mineralformeln entsprechenden Mengen chemisch reiner Substanz wurden im Fourquignonofen zur Dünnflüssigkeit geschmolzen, dann möglichst lange im viskosen Zustand erhalten und langsam durch 7—8 Stunden abgekühlt. Die prozentische Zusammensetzung der den Versuchen zugrunde gelegten »eutektischen Mischungen« wurde nach früheren Autoren (Vogt, Doelter u. a.) berechnet und angenommen. Die Versuche wurden zum Teil mit reinen Silikatschmelzen, zum Teil mit Mineralisatoren angestellt. Außer den angenommenen Ausgangsmineralien (Olivin, Labrador = 2 An + 1 Ab, Oligoklas = 2 Ab + 1 An) erschienen bei einigen Versuchen auch Neubildungen, zum Teil unter dem Ein-

fluß der Mineralisatoren. Die Untersuchung der Schmelzen wurde im Dünnschliff vorgenommen. Die Versuche sind:

Ia. 2 Anorthit — 1 Olivin. Ausscheidungsfolge Olivin, Diopsid, Anorthit.

Ib. Dasselbe Gemenge mit 12,5% $MgCl_2$ + 12,4% $CaCl_2$. Ausscheidungsfolge dieselbe.

IIa. 67 Labrador — 33 Olivin. Ausscheidungsfolge Olivin, Diopsid, Labrador.

IIb. Dasselbe mit 12,5% $MgCl_2$ + 12,5% $CaCl_2$. Ausscheidungsfolge dieselbe.

III. 57 Labrador — 43 Olivin. Ausscheidungsfolge Diopsid, Labrador.

IV. 79 Oligoklas — 26 Enstatit. Gebildet: Enstatit (nebst Klinoenstatit), Augit, Anorthit.

Va. 30 Nephelin — 70 Diopsid. Ausscheidungsfolge Diopsid, Nephelin, Albit.

Vb. Dasselbe mit 10% WO_3. In der größtenteils glasig erstarrten Schmelze bildete sich Diopsid (überwiegend) und Nephelin.

VI. 44 Nephelin — 56 Diopsid. Gebildet: Diopsid und Nephelin.

VII. 89 Nephelin — 11 Diopsid. Gebildet: Diopsid (untergeordnet) und Nephelin (reichlich).

VIIIa. 68 Diopsid — 32 Olivin. Ausscheidungsfolge Olivin, Diopsid, teilweise gleichzeitig.

VIIIb. Dasselbe mit 25% $MgCl_2$. Dieselben Mineralien.

IX. Olivinmischung + 25% $MgCl_2$. Ausscheidung Olivin.

X. Olivinmischung + 25% $CaCl_2$. Gebildet: Olivin und Diopsid.

XI. Olivinmischung + 12,5% $MgCl_2$ + 12,5% $CaCl_2$. Gebildet: Olivin und Diopsid (untergeordnet).

XII. 20 $CaCO_3$ + 6 SiO_2 + $CaCl_2$ im Überschuß. Nur die oberste Partie erstarrte krystallinisch, es bildeten sich »Calciumolivine«.

Es werden auch die erhaltenen Strukturen beschrieben, eine reine Eutektstruktur wurde nicht beobachtet, nur bei Versuch VIIIa. könnte eine »regelmäßige Einlagerung« von Olivin im Diopsid (deren Orientierung aber nicht angegeben wird) »noch am ehesten auf die Anlage der Bildung eines Eutektikums schließen« lassen.

Ref.: Arthur Schwantke.

8. **F. Rinne** (in Leipzig): **Ein Meteoreisen mit Oktaëder- und Würfelbau (Tessera-Oktaëdrit)** (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1910, 1, 115–117, 2 Taf.).

Ein Meteoreisen von Farm Goamus bei Gibeon in Deutsch-Südwestafrika zeigte nach den Widmannstätten'schen Figuren, daß die Platten fast genau nach den Würfelflächen des Eisens geschnitten waren. Rechtwinklige Kamazitzüge entsprechen den Spuren der Oktaëderflächen. Lamellen weichen Eisens folgen dem Hexaëder, treten aber stets hinter den Oktaëderblättern zurück. Wegen der Würfellamellen, die im Vergleich zu denen nach dem Oktaëder zurücktreten, wird dieser neue Meteoreisentypus, eine Abart der Oktaëdrite, als Tessera-Oktaëdrit bezeichnet. Der Plessit ist ungleich verteilt und enthält wenig Tänit. Schreibersit-führender Troilit tritt auf den Platten zum Teil in Knollen, zum Teil in länglichen Durchschnitten hervor und deutet einen gegenüber dem Bau nach Oktaëder bzw. Hexaëder zurücktretenden Bau nach dem Rhombendodekaëder an.

Ref.: E. Kaiser.

9. W. Wetzel (in Kiel): **Über Schaumspat** (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1910, 2, 63—71, 1 Taf.).

Die Untersuchungen des Verfs. bestätigten, daß es sich bei den natürlichen Pseudomorphosen von kohlensaurem Kalk nach Gyps um die Modifikation Aragonit handelt, dessen (wegen der Volumenverminderung kleine) Individuen gleichzeitig zu dem Mutterkrystall des Gyps in orientierter Stellung stehen, derart, daß $\{100\}$ des Aragonits parallel mit $\{010\}$ des Gyps ist und die c-Axen beider Substanzen parallel sind. Die vom Verf. angestellten Versuche zur künstlichen Herstellung der Pseudomorphose weisen darauf hin, daß die Aragonitbildung bei höherer Temperatur (über 30°) und der Anwesenheit von Lösungsgenossen vor sich gegangen ist. Die höhere Temperatur weist auf die Entstehung in größerer Erdtiefe hin und der Anwesenheit der Lösungsgenossen entspricht die charakteristische Verbreitung der natürlichen Vorkommen des Schaumspats, die im wesentlichen im deutschen Zechstein liegen, in den Gebieten rings um den Harz, im Mansfeldischen und in der Gegend von Gera, die mit den Bezirken »posthumer während der Tertiär- und Diluvialzeit erfolgten Auslaugungen« der Zechsteinsalzlager zusammenfallen.

Ref.: Arthur Schwantke.

10. F. Rinne und **R. Kolb** (in Leipzig): **Optisches zur Modifikationsänderung von α- in β-Quarz, sowie von α- in β-Leucit** (Ebenda 138—158).

Dieselben: Geometrisches zur Modifikationsänderung von α- in β-Quarz (Zentralbl. f. Min. usw. 1911, Nr. 3, 65—74).

Ein nach den Angaben von F. Rinne konstruierter Erhitzungsapparat und ein ebensolcher Abkühlungsapparat (verbunden mit dem Reflexionsgoniometer II von Fueß), deren Beschreibung im Original einzusehen ist, ermöglichte es den Verff., die Brechungsexponenten der im Titel genannten Mineralien in einem weiten Temperaturintervall zu bestimmen (durch Messung der Minimalablenkung). Die an klaren Quarzkrystallen von Skole, Galizien, erhaltenen Werte zeigt die erste und zweite Tabelle auf S. 502.

Die mit den Messungsresultaten gezeichneten Kurven zeigen sehr instruktiv das stetige Abfallen der Brechungsexponenten im α-Quarz und das stetige Wiederansteigen im β-Quarz mit steigender Temperatur, sowie den Sprung, der die plötzliche Modifikationsänderung bei 570° kennzeichnet. (Das plötzliche Verrücken der Spaltbilder bei 570° läßt sich auch gut demonstrieren.) Auch die Änderung der Doppelbrechung wird durch 2 Kurven veranschaulicht.

Zu den Messungen am Leucit dienten Prismen aus gelblichweiß durchscheinenden Krystallen aus den Tuffen der Campagna bei Rom. Die Doppelbrechung der Prismen begann erst bei 684° deutlich abzunehmen, Isotropie trat erst bei 714° ein. Infolge der sehr geringen Doppelbrechung war auch an den anisotropen Prismen stets nur ein ganz befriedigend scharfes Signalbild zu beobachten. Die erhaltenen Werte zeigt die Tabelle auf S. 502, unten.

Mit diesen Werten sind gleichfalls Kurven gezeichnet. Ganz im Gegensatz zum Quarz zeigt sich hier keine scharfe Temperaturgrenze zwischen beiden Modifikationen und keine plötzliche Änderung am Umwandlungspunkte, sondern ein Umwandlungsintervall von etwa 30°. Der Grund ist darin zu sehen, daß der Leucit eine isomorphe Mischung von Kaliumaluminiummetasilikat und Natriumaluminiummetasilikat darstellt. Wie solche isomorphe Mischungen (feste Lösungen) keinen scharfen Schmelzpunkt haben, so sehen wir hier auch nicht

Quarz. Änderung von n_o.

Linie	-140^0	-45^0	23^0	115^0	212^0	305^0	410^0	550^0	580^0	650^0	765^0
a	—	1,5403	1,5401	1,5398	1,5393	1,5384	1,5372	1,5325	1,5287	1,5300	1,5312
B	1,5408	1,5411	1,5410	1,5407	1,5402	1,5393	1,5380	1,5335	1,5295	1,5308	1,5320
C	—	1,5420	1,5419	1,5415	1,5411	1,5403	1,5388	1,5347	1,5303	1,5318	1,5230
α	1,5425	1,5429	1,5427	1,5424	1,5419	1,5411	1,5399	1,5355	1,5313	1,5327	1,5339
D_2	1,5440	1,5443	1,5442	1,5438	1,5434	1,5426	1,5412	1,5368	1,5328	1,5340	1,5355
b_2	—	1,5476	1,5477	1,5473	1,5469	1,5461	1,5450	1,5405	1,5362	1,5376	1,5391
(c)	—	1,5489	1,5490	1,5488	1,5482	1,5475	1,5463	1,5419	1,5378	2,5392	1,5405
F	1,5495	1,5496	1,5496	1,5494	1,5488	0,5481	1,5467	1,5424	1,5384	1,5398	1,5413
(d)	—	1,5510	1,5510	1,5508	1,5503	1,5496	1,5481	1,5440	1,5399	1,5413	1,5428
G'	—	1,5534	1,5536	1,5533	1,5528	1,5521	1,5508	1,5467	1,5424	1,5438	1,5453

Quarz. Änderung von n_e.

Linie	-140^0	-45^0	23^0	115^0	212^0	305^0	410^0	550^0	580^0	650^0	765^0
a	—	1,5494	1,5491	1,5487	1,5480	1,5470	1,5456	1,5406	1,5361	1,5374	1,5387
B	1,5497	1,5501	1,5500	1,5496	1,5489	1,5479	1,5464	1,5417	1,5368	1,5382	1,5396
C	—	1,5511	1,5509	1,5505	1,5499	1,5489	1,5473	1,5425	1,5379	1,5392	1,5405
α	1,5517	1,5520	1,5518	1,5514	1,5507	1,5498	1,5484	1,5435	1,5388	1,5402	1,5415
D_2	1,5532	1,5534	1,5533	1,5529	1,5523	1,5513	1,5497	1,5449	1,5404	1,5416	1,5430
b_2	—	1,5569	1,5570	1,5565	1,5559	1,5551	1,5536	1,5486	1,5441	1,5453	1,5468
(c)	—	1,5582	1,5583	1,5579	1,5573	1,5565	1,5550	1,5501	1,5455	1,5467	1,5480
F	1,5585	1,5589	1,5589	1,5586	1,5578	1,5571	1,5556	1,5510	1,5463	1,5474	4,5489
(d)	—	1,5604	1,5604	1,5600	1,5594	1,5586	1,5570	1,5524	1,5477	1,5491	1,5505
G'	—	1,5628	1,5630	1,5626	1,5620	1,5613	1,5596	1,5549	1,5502	1,5520	1,5531

den scharfen Umwandlungspunkt der reinen Substanzen wie Quarz. Ein solches Umwandlungsintervall ist auch am eisenhaltigen Boracit und an dem molekularen Gemisch von Fe und FeS beobachtet.

Leucit.

Linie	21^0	425^0	585^0	660^0	750^0
a	1,5046	—	—	1,4960	1,4903
B	1,5054	1,5025	1,4998	1,4969	1,4912
C	1,5061	—	—	1,4977	1,4921
α	1,5072	—	—	1,4987	1,4931
D_2	1,5088	1,5058	1,5033	1,5000	1,4947
b_2	1,5124	—	—	1,5038	1,4985
(c)	1,5139	—	—	1.5052	1,5002
F	1,5146	1,5118	1,5093	1,5059	1,5009
(d)	1,5162	—	—	1,5078	1,5023
G'	1,5188	1,5162	1,5138	1,5107	1,5053

In der an zweiter Stelle genannten Arbeit gingen die Verff. dann dazu über, an zur Messung besonders geeigneten Quarzkrystallen vom gleichen Fundort die Änderung der Winkel mit steigender Temperatur zu untersuchen. Zugrundegelegt wurde die Messung des Winkels $(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ (daraus berechnet das Axenverhältnis und der ebene Winkel der Polkanten α), als Kontrollmessungen dienten die Winkel $(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$.

	Temperatur		20⁰	210⁰	405⁰	535⁰	570⁰	Abgelesen an der Fundamentalkurve 573⁰	
								α-Quarz	β-Quarz
α-Quarz	$10\bar{1}1:\bar{1}101$		85⁰ 45,7′	85⁰ 43,5′	85⁰ 38,9′	85⁰ 34,8′	85⁰ 32,0′	85⁰ 31,7′	8 5 8 4′
	$a:c;\ c=$		1,1001	1,0991	1,0971	1,0952	1,0940	1,0938	1,0924
	$\alpha=$		93⁰ 56,8′	93⁰ 58,7′	94⁰ 2,7′	94⁰ 6,2′	94⁰ 8,6′	94⁰ 8,9′	94 11,7
	$10\bar{1}0:10\bar{1}1$	gem.	38 13,0	38 14,8	38 17,5	38 20,6	38 22,4	—	—
		ber.	38 12,6	38 14,1	38 17,3	38 20,1	38 22,0	38 22,2	38 24,4
	$10\bar{1}1:01\bar{1}1$	gem.	46 16,1	46 14,8	46 13,3	46 10,8	46 10,0	—	—
		ber.	46 16,0	46 15,0	46 13,0	46 11,0	46 9,7	46 9,6	46 8,1

	Temperatur		585⁰	615⁰	630⁰	670⁰	705⁰	780⁰
β-Quarz	$10\bar{1}1:\bar{1}101$		85⁰ 28,3′	85⁰ 27,9′	85⁰ 27,8′	85⁰ 27,6′	85⁰ 27,2′	85⁰ 27,2′
	$a:c;\ c=$		1,0923	1,0921	1,0921	1,0920	1,0920	1,0918
	$\alpha=$		94⁰ 11,8′	94⁰ 12,1′	94⁰ 12,2′	94⁰ 12,4′	94⁰ 12,5′	94⁰ 12,7′
	$10\bar{1}0:10\bar{1}1$	gem.	38 24,5	38 24,8	38 25,0	38 25,2	38 25,7	38 25,7
		ber.	38 24,5	38 24,8	38 24,9	38 25,0	38 25,1	38 25,3
	$10\bar{1}1:01\bar{1}1$	gem.	46 8,3	46 8,2	46 7,8	46 7,6	46 7,5	46 7,0
		ber.	46 8,0	46 7,8	46 7,8	46 7,7	46 7,6	46 7,5

Die optische und geometrische Änderung beim Modifikationsumschlag $\alpha \rightleftarrows \beta$-Quarz läßt sich auch gleichzeitig beobachten, wenn man dem Krystall eine Stellung gibt, sodaß die beiden Doppelbrechungsbilder gleichzeitig mit dem Signalbilde einer Fläche gesehen werden. Der Flächenreflex teilt sich beim Umschlage in 2 Bilder, die bei steigender oder fallender Temperatur sich wieder zu einem einheitlichen Reflexe vereinigen. Es zeigt sich auch, daß in beiden Fällen die Zeichen der optischen Änderung denen der geometrischen vorangehen.

Ref.: Arthur Schwantke.

11. K. Schulz (in Berlin): **Beiträge zur Petrographie Nordkoreas** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. 29, 1—52. 1 Taf.).

Aus der petrographischen Arbeit können hier nur folgende, auch mineralogisch wichtigeren Beobachtungen wiedergegeben werden.

In dolomitischen Basalten auftretende Kalknatronfeldspäte zeigen sehr oft undulöse Auslöschung, die nicht so sehr durch Druckwirkungen als durch einen sehr feinen zonaren Bau bedingt sein soll.

Bei der Behandlung der dolomitischen Kalke nach der Lemberg'schen Methode zeigte sich, daß die zur Erzielung der Färbung als notwendig bisher angegebene Einwirkungsdauer der Lösung (5—10 Minuten) sich auf Schliffe

mit rauher Oberfläche bezieht; bei polierten Präparaten bedurfte es meist etwa 30 Minuten, um eine zur Diagnose brauchbare Färbung zu erlangen. Man beobachtet den Schliff nach vollendeter Einwirkung, nach Trocknen an der Luft, am besten im auffallenden Lichte.

Serpentin in Olivin im körnigen Kalke von Pöng-dä wie im edlen Serpentin von Tschaggakoel zeigt optisch negativen Charakter der Längserstreckung der Fasern.

Das kohlige Pigment des Chiastolithschiefers von Phö-tsch'hön ist in Pseudomorphosen von Muscovit nach Andalusit völlig verschwunden.

Biotit im Biotitgneiß von Kaeamdunji ist von Erzbändern durchzogen, die stets annähernd senkrecht zu seiner Hauptspaltrichtung orientiert sind.

An Turmalin von Mömuri wurden Trennungsflächen beobachtet, die jedoch keine gesetzmäßige Orientierung haben und als Druckflächen gedeutet werden.

Ag-haltiger Bleiglanz bildet bei Omanjoi Gänge in Gneiß.

Im Plagioklas-Biotit-Gneiß von Ugokchin treten Erzgänge auf, die milchweißen, derbkrystallinischen Quarz mit Eisenkies, Zinkblende und Bleiglanz führen und einen Goldgehalt von 0,04 % in den Zinkblende-Bleiglanz-Aggregaten besitzen.

Krystallinische Schiefer von Pungdung enthalten eine Dolomitmasse mit *Ag*-haltigem Bleiglanz von fast silberweißer Farbe, Zinkblende und Kupferkies.

Brauneisenstein tritt auf bei Chöllöng und am Flusse Tolkusan, s.-ö. von Sin-gjoi, an beiden Orten phosphorhaltig.

Ref.: E. Kaiser.

12. R. Görgey (in Wien): **Ein Beitrag zur topographischen Mineralogie der Färöer** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **29**, 269—315; mit 3 Taf. u. 1 Kartenskizze).

Die Arbeit enthält die mineralogischen Resultate einer im Sommer 1907 mit dem verstorbenen F. Cornu gemeinsam unternommenen Reise. Sie ist in Form eines Tagebuches gehalten und wird allen Sammlern, die nach dieser Gegend reisen, gute Dienste leisten. Die Karte weist 71 Fundorte auf den 10 Inseln: Stromö (12), Bordö (12), Österö (10), Viderö (6), Svinö (3), Fuglö (2), Naalsö (5), Sandö (5), Vaagö (6), Suderö (10).

Die Hauptresultate lassen sich am kürzesten mit den eigenen Worten der Zusammenstellung des Verf. wiedergeben:

Chabasit (47 Fundorte) auf allen Inseln außerordentlich häufig; wasserhell bis durchscheinend, weiß, rosa, in Krystallen bis 4 cm Kantenlänge; an Flächen gewöhnlich auftretend: $r(10\bar{1}1)$, $e(01\bar{1}2)$, $s(02\bar{2}1)$, mit Zwillingen nach (0001), oft aber auch nach r; häufig auch in der Phakolithform. Besonders gute Vorkommen: Dalsnypen auf Sandö.

Heulandit (45 Fundorte) auf allen Inseln weit verbreitet; in wasserhellen Krystallen bis zu einer Größe von mehreren Zentimetern, oft mit gekrümmten Flächen, häufig mit einer Unterlage von Seladonit und am Grunde mit diesem Minerale imprägniert; an Flächen gewöhnlich auftretend: $b(010)$, $c(001)$, $m(110)$, $t(201)$, $s(\bar{2}01)$, $x(021)$. Besonders gute Vorkommen: Gliomsnaes auf Strömö, Vaag's Eide auf Suderö.

Desmin (37 Fundorte) auf allen Inseln sehr verbreitet, auf Vaagö und Suderö bisweilen in großen blätterigen Massen; in allen Übergängen von deutlichen Krystallen bis zum sogen. Sphärostilbit; wenn krystallisiert, in wasserhellen

oder weißen Tafeln, oft ringsum ausgebildet; die Flächen $m(110)$, $b(010)$ und $c(001)$ zeigend, mit der bekannten Zwillingsbildung. Krystalle meist in »hypoparalleler Gruppierung« zu garbenförmigen, büschelartigen oder fächerförmigen Aggregaten vereinigt, von weißer, gelblicher oder rötlicher Farbe, oft beträchtlich groß (10 cm); fast nie unmittelbar zusammen mit Seladonit. Besonders gute Vorkommen: Gliomsnaes auf Stromö, Gjesdum auf Bordö, Giljanaes und Bösdalefos auf Vaagö.

Faroelith (man sollte besser Färölith schreiben. Ref.) (32 Fundorte) auf Suderö und Vaagö äußerst selten, auf allen übrigen Inseln sehr verbreitet: kugelige und traubige, radialstrahlige Aggregate, am Bruch reinweiß, seidenglänzend, Flächen sind nicht mehr zu erkennen; mitunter in einer anderen Art des Vorkommens auftretend in Gruppen von Krystallblättchen als jüngere Bildung. Besonders gute Vorkommen: Zeolithöhle auf Naalsö, Myrkjanoyrarfjell auf Bordö.

Diese 4 Zeolithe sind weitaus am häufigsten; dann folgen:

Mesolith (11 Fundorte) auf Vaagö und Suderö außerordentlich häufig, auf den anderen Inseln stark zurücktretend; gewöhnlich in weißen, durchscheinenden, strahligen Partien, bisweilen auch gut krystallisierend; außerdem noch in feinfaserigen, wolligen Aggregaten als jüngste Mineralbildung in Zeolithdrusen auftretend. Besonders gute Vorkommen: Strand zwischen Midvaag und Sandevaag auf Vaagö, Frodebö auf Suderö.

Levyn (17 Fundorte) scheint auf Suderö zu fehlen, häufig auf Strömö, Sandö, Bordö und Naalsö; wasserhelle oder weiße bis 1 cm große Krystalle, die stets die bekannten Durchkreuzungszwillinge bilden. Levyn ist ein viel häufigeres Mineral, als man nach seiner spärlichen Verbreitung in Sammlungen erwarten möchte; stellenweise ist sein Auftreten ein geradezu massenhaftes. Besonders gute Vorkommen: Kirkebö-Reyn auf Stromö, Ostseite von Naalsö, Halfgafjell und Torvadals Aa auf Bordö.

Apophyllit (16 Fundorte) scheint auf Suderö sehr selten zu sein, ist auch sonst nicht besonders häufig anzutreffen; es ist zu unterscheiden: a) Fluorapophyllit (Tesselit) von pseudokubischem Habitus: $a(100)$ und $c(001)$ treten stark gegen $p(111)$ hervor, wasserhell, bisweilen albinisiert und dann hellbläulichgrün gefärbt. Besonders gute Vorkommen: Zeolithhöhle auf Naalsö, Fundingfjord auf Österö. b) Hydroxylapophyllit von pyramidalem Habitus: $a(100)$ und $c(001)$ gegen $p(111)$ stark zurücktretend; wasserhell bis rosenrot. Besonders gute Vorkommen: Hestö, Gravarátal auf Bordö, Eldevig auf Österö.

Gyrolith (15 Fundorte) auf Suderö und Vaagö stark zurücktretend, auch sonst nur spärlich vorhanden; halbkugelige, blätterige Aggregate, oft schon zersetzt.

Okenit (13 Fundorte) nur am Strand von Gjerdum nach Nordöre auf Bordö und bei Eldevig auf Österö reichlich vorhanden, sonst stark zurücktretend; äußerst zähe, feinfaserige Massen von reinweißer, etwas ins bläuliche spielender Farbe; außerdem in flockigen weißen Aggregaten gewöhnlich auf Heulandit. Hierher gehört vielleicht auch der »Tobermorit« (12 Fundorte); »ich bezeichne so die weißen porzellanartigen Massen, welche bisweilen die unterste Schicht bei Faroelith- und Heulanditdrusen bildet«.

Analcim (8 Fundorte) nur sehr spärlich, hauptsächlich auf den Nordinseln verbreitet; in wasserklaren oder weißen Krystallen, von (211) begrenzt.

Natrolith (3 Fundorte) nur sehr spärlich in weißen, strahligen Partien auftretend.

Skolezit. Nur ein Vorkommen (Suderö) in langstrahligen, weißen durchscheinenden Aggregaten; vielleicht tritt der S. in den nicht besuchten Gebieten häufiger auf.

Phillipsit (2 Fundorte) in winzigen Kryställchen, welche die gewöhnliche Vierlingsbildung zeigen, wasserhell oder von weißer Farbe.

Laumontit ist einer der seltensten Färöerzeolithe. 1 Vorkommen, Bösdalafos auf Vaagö, in bis 1 cm langen, reinweißen, zerreiblichen Kryställchen, begrenzt von (110) und (101), vereinigt zu Büschelaggregaten.

Außer den genannten Zeolithen wurden noch beobachtet: Kieselsäure reichlich als Chalcēdon, seltener als Opal (z. T. Feueropal), Kascholong, Quarz. Ferner Kalkspat (z. T. als Doppelspat). Interessant ist das reichliche Auftreten von ged. Kupfer als älteste Mandelbildung auf Suderö, sowie das Auftreten von Rotkupfererz, Malachit, Chrysokoll, Atakamit (?) mit ged. Kupfer in einer blasenreichen Randfazies des Trappbasaltes in der Nähe der Zeolithhöhle auf Naalsö.

Der Sukzession der miteinander auftretenden Mineralien wird eine besondere Beachtung geschenkt. Die Einzelheiten darüber müssen im Original eingesehen werden.

Ref.: Arthur Schwantke.

13. L. Milch (in Greifswald) und **F. Riegner** (in Breslau): **Über basische Konkretionen und verwandte Konstitutionsfazies im Granit von Striegau (Schlesien)** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **29**, 359—405; mit 1 Taf.).

Die Verf. zeigen, gestützt auf 15 Gesteinsanalysen, daß die in dem Granit von Striegau auftretenden dunklen basischen Konkretionen nicht durch die Resorption oder Umwandlung bzw. Injektion von Einschlüssen der durchbrochenen Gesteine entstanden sind, sondern daß sie durch Differenzierung aus dem Granit selbst als lamprophyrische Spaltungsprodukte des Granitmagmas aufzufassen sind. Dafür spricht besonders auch der Umstand, daß sich solche basischen Gesteinspartien auch als Schalen um granitische Kerne von aplitischer Tendenz sowie in streifigen Bildungen finden, deren Lagenkonstruktion mit dem schaligen Bau der Sphäroide in zahlreichen Kugelgraniten zu vergleichen ist. Fremde Einschlüsse scheinen dem Granit von Striegau zu fehlen. [Dieses Resultat ist auch von mineralogischem Interesse mit Bezug auf die Entstehung der in den pegmatitischen Ausscheidungen sich findenden Drusenmineralien, von denen M. Websky seinerzeit angenommen hatte, daß sie durch Einschlüsse sendimentären Kalkes gebildet worden seien, wogegen auch die paragenetische Sukzession der Drusenmineralien spricht. Ref.]

Ref.: Arthur Schwantke.

14. C. Dreyer, V. Goldschmidt (beide in Heidelberg) und **O. B. Böggild** (in Kopenhagen): **Über Albit von Grönland** (Ebenda 537—592; mit 5 Taf. u. 3 Textfig.).

Die Einzelheiten der Arbeit lassen sich durch ein Referat nicht wiedergeben. Das Resultat der Untersuchungen wird von den Verff. selbst in folgender Weise zusammengefaßt:

1. Das Albitvorkommen von Grönland, speziell von den Fundorten Siorarsuit und Kangerdluarsuk hat sich als das formenreichste und vielleicht das bestausgebildete unter den untersuchten Albiten gezeigt. Es hat 32 verschiedene gut gesicherte Flächenarten geliefert, darunter 8 neue; 7 von früheren

Beobachtern angegebene, aber der Bestätigung bedürftige Formen wurden definitiv gesichert.

Das Formenverzeichnis des Albits umfaßt jetzt 37 sichere Formen (darunter 32 von Grönland) und 6 unsichere (darunter 2 von Grönland).

2. Die für den Albit angegebenen Formen wurden einer kritischen Sichtung unterzogen, wobei die Diskussion der Zahlenreihen gute Dienste leistete. Neben den unrichtigen und vizinalen wurden auch die unsicheren oder der Bestätigung bedürftigen ausgeschieden und so das Formenverzeichnis abgeklärt. Sollte dabei die eine oder andere richtige Form geopfert sein, so wird sie sich durch spätere Beobachtung wieder einstellen. Eine Abklärung aber war nötig. Das nun Festgehaltene dürfte sicher sein.

Eine Zusammenstellung der Kombinationen ließ ein Bild der relativen Häufigkeit der verschiedenen Formen gewinnen und kann bei Untersuchungen über deren Rangordnung verwendet werden.

3. Die von Chr. Winther ausgeführte, uns zur Publikation überlassene Analyse[1]) hat gezeigt, daß das Material ein sehr reiner Albit ist. Auf einen solchen beziehen sich also unsere Elemente.

4. Die Elemente des Albit wurden neu berechnet unter Heranziehung der 16 ersten gemessenen Krystalle. Dabei wurde die von Borgström und Goldschmidt veröffentlichte Methode der Krystallberechnung für das trikline System verwendet und den vorliegenden Verhältnissen angepaßt. Das ausführliche Beispiel der Ausrechnung dürfte manchem willkommen sein.

Die so gefundenen Elemente dürften als die für Albit bestgesicherten gelten können. Sie weichen nur um ein Geringes von den von Brezina nach Rath's Messungen berechneten Elementen ab, dagegen stark von den nach Schuster's Messungen von Goldschmidt berechneten Elementen. Letztere können daher nicht mehr festgehalten werden.

5. Mit den neuen Elementen wurde eine Winkeltabelle neu berechnet. Dies geschah trotz der geringen Differenz wegen der vielen neuen Formen, sowie mit Rücksicht auf die sonstige Aufklärung des Formenverzeichnisses.

6. Zur Berechnung der Elemente konnten nur die Terminalflächen verwendet werden. Die Flächen der Prismenzonen zeigten auch bei den schärfst ausgebildeten Krystallen starke Ablenkungen. Das Studium dieser Ablenkungen und ihrer Beziehung zur Zwillings- und Viellingsbildung ist genetisch von großem Interesse. Speziell die Tatsache ist wichtig, daß gerade die stärkste Zone am meisten gestört ist, ohne Störung des Krystallbaues und ohne Ablenkung der Terminalflächen. So sind die Flächen der Parallelzonen $0q$, $\bar{1}q$, $2q$ schön an ihrem Ort, während das zu allen diesen Zonen gehörige $M = 0\infty$ jedesmal, meist stark, abgelenkt ist.

Elemente.

$p_0 = 0{,}8767$	$\lambda = 86^0 42'$	$a = 0{,}6347$	$\alpha = 94^0 15'$	$x_0 = 0{,}4472$	$d = 0{,}4516$
$q_0 = 0{,}5004$	$\mu = 63\ 28$	$b = 1$	$\beta = 116\ 37$	$y_0 = 0{,}0629$	$\delta = 81^0 59'$
$r_0 = 1$	$\gamma = 90\ 28$	$c = 0{,}5593$	$\gamma = 87\ 41$	$h = 0{,}8922$	

1) Diese Analysen sind folgende:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Summe
Albit von Kangerdluarsuk	68,80	19,43	—	—	11,86	100,09
Albit von Narsarsuk . .	68,80	19,40	0,20	—	11,68	100,08
Berechnet	68,70	19,50	—	—	11,80	100,00

Winkel-

Nr.	Buchst.	Symbol	Miller	φ	ϱ	ξ_o
1	P	0	001	81°59′.	26°51′	26°37′.
2	M	0∞	010	0 00	90 00	0 00
3	h	$\infty 0$	100	90 28	90 00	90 00
4	ζ	$\infty 5$	150	19 21.	90 00	90 00
5	f	$\infty 3$	130	30 24	90 00	90 00
6	Z	$\infty 2$	120	41 25	90 00	90 00
7	K	$\infty \frac{5}{3}$	350	46 40.	90 00	90 00
8	T	∞	110	60 38	90 00	90 00
9	l	$\infty\bar{\infty}$	$1\bar{1}0$	120 04	90 00	90 00
10	α	$\infty\bar{2}$	$1\bar{2}0$	138 59	90 00	90 00
11	$\varkappa$	$\infty\bar{3}$	$1\bar{3}0$	149 50	90 00	90 00
12	L	$\infty\bar{5}$	$1\bar{5}0$	160 44.	90 00	90 00
13	e	02	021	22 48	52 18.	26 37.
14	n	$0\bar{2}$	$0\bar{2}1$	154 30.	49 21	26 37
15	ϑ	$0\bar{4}$	$0\bar{4}1$	167 00.	65 51	26 37
16	x	$\bar{1}0$	$\bar{1}01$	$\overline{80}$ 44	26 00	$\overline{25}$ 42.
17	r	$\overline{\tfrac{4}{3}}0$	$\bar{4}03$	$\overline{84}$ 16	39 06.	$\overline{38}$ 58
18	y	$\bar{2}0$	$\bar{2}01$	$\overline{86}$ 37	55 42.	$\overline{55}$ 40
19	W	1	111	67 13	58 09	56 01.
20	Γ	$\overline{\tfrac{1}{3}}\tfrac{1}{3}$	$\bar{1}13$	33 44	17 22	9 51.
21	γ	$\overline{\tfrac{1}{2}}\tfrac{1}{2}$	$\bar{1}12$	1 36	19 33	0 34
22	p	$\bar{1}1$	$\bar{1}11$	$\overline{36}$ 58.	38 40.	$\overline{25}$ 42.
23	Δ	$\overline{\tfrac{3}{2}}\tfrac{3}{2}$	$\bar{3}32$	$\overline{46}$ 28.	53 18	$\overline{44}$ 12.
24	g	$\bar{2}2$	$\bar{2}21$	$\overline{50}$ 29.	62 12.	$\overline{55}$ 40
25	δ	$\overline{\tfrac{1}{2}}$	$\bar{1}\bar{1}2$	177 14.	11 39	0 34
26	o	$\bar{1}$	$\bar{1}\bar{1}1$	$\overline{135}$ 03.	34 16.	$\overline{25}$ 42.
27	σ	$\overline{\tfrac{4}{3}}$	$\bar{4}\bar{4}3$	$\overline{129}$ 29.	46 21	$\overline{38}$ 58
28	λ	$\overline{\tfrac{3}{2}}$	$\bar{3}\bar{3}2$	$\overline{127}$ 55	50 58.	$\overline{44}$ 12.
29	u	$\bar{2}$	$\bar{2}\bar{2}1$	$\overline{125}$ 16	60 51	$\overline{55}$ 40
30	η	$\bar{1}\bar{3}$	$\bar{1}\bar{3}1$	$\overline{163}$ 17	59 08.	$\overline{25}$ 42.
31	ξ	$\bar{1}\bar{5}$	$\bar{1}\bar{5}1$	$\overline{169}$ 59	70 08	$\overline{25}$ 42.
32	φ	$\bar{2}1$	$\bar{2}11$	$\overline{66}$ 08.	58 00.	$\overline{55}$ 40
33	Y	$\bar{3}1$	$\bar{3}11$	$\overline{75}$ 00	68 27.	$\overline{67}$ 46
34	χ	$\bar{2}\bar{4}$	$\bar{2}\bar{4}1$	$\overline{145}$ 50	69 01	$\overline{55}$ 40
35	τ	$\overline{\tfrac{1}{2}}\overline{\tfrac{3}{2}}$	$\bar{1}\bar{3}2$	179 15.	37 29	0 34
36	Q	$\overline{\tfrac{1}{2}}\overline{\tfrac{5}{2}}$	$\bar{1}\bar{5}2$	179 34.	53 02	0 34
37	ω	$\overline{\tfrac{3}{2}}\overline{\tfrac{1}{2}}$	$\bar{3}\bar{1}2$	$\overline{69}$ 32.	46 04.	$\overline{44}$ 12.

Unsichere

Nr.	Buchst.	Symbol	Miller	φ	ϱ	ξ_o
—	F	$\infty\overline{\tfrac{3}{2}}$	$2\bar{3}0$	130°50′	90°00′	90°00′
—	Ξ	$0\bar{5}$	$0\bar{5}1$	169 36.	70 12.	26 37.
—	Δ	$\overline{\tfrac{4}{3}}\tfrac{4}{3}$	$\bar{4}43$	$\overline{44}$ 18	49 11	38 58
—	π	$\overline{\tfrac{6}{5}}$	$\bar{6}\bar{6}5$	$\overline{131}$ 10.	42 00.	$\overline{34}$ 08
—	S	$\bar{1}\bar{8}$	$\bar{1}\bar{8}1$	$\bar{6}$ 01	77 42.	$\overline{25}$ 42.
—	X	$\bar{2}9$	$\bar{2}91$	$\overline{15}$ 55	79 23.	$\overline{55}$ 40

tabelle.

η_0	ξ	η	x' (Prismen) $(x:y)$	y'	$d' = \mathrm{tg}\,\varrho$
4°02′	26°34′	3°36′.	0.5012	0,0705	0,5061
90 00	0 00	90 00	0	∞	∞
90 00	89 32	0 28	1,2348	∞	∞
90 00	19 21.	80 38.	0,3514	∞	∞
90 00	30 24	59 36	0,5868	∞	∞
90 00	41 25	48 35	0,8822	∞	∞
90 00	46 40.	43 19.	1,0602	∞	∞
90 00	60 38	29 22	1,7772	∞	∞
90 00	59 56	$\overline{30}$ 04	$\bar{1}$,7274	∞	∞
90 00	41 01	$\overline{48}$ 59	$\bar{0}$,8698	∞	∞
90 00	30 10	$\overline{59}$ 50	$\bar{0}$,5812	∞	∞
90 00	19 15.	$\overline{70}$ 44.	$\bar{0}$,3494	∞	∞
50 00.	17 51.	46 49.	0,5012	1,1922	1,2933
$\overline{46}$ 26	19 03.	$\overline{43}$ 13.	0,5012	$\bar{1}$,0512	1,1645
$\overline{65}$ 17.	11 50	$\overline{62}$ 45.	0,5012	$\bar{2}$,1729	2,2300
4 29.	$\overline{25}$ 38	4 02.	$\bar{0}$,4814	0,0785	0,4877
4 38.	$\overline{38}$ 52.	3 36.	$\bar{0}$,8089	0,0812	0,8130
4 56.	$\overline{55}$ 34	2 47.	$\bar{1}$,4640	0,0865	1,4666
31 56.	51 33	19 12.	1,4839	0,6233	1,6095
14 36	9 32.	14 22.	0,1737	0,2601	0,3128
19 32.	0 32	19 32.	0,0099	0,3549	0,3551
32 35.	$\overline{22}$ 04.	29 57	$\bar{0}$,4814	0,6394	0,8003
42 44	$\overline{35}$ 32.	33 31	$\bar{0}$,9726	0,9238	1,3414
50 21.	$\overline{43}$ 02	34 15	$\bar{1}$,4640	1,2071	1,8975
$\overline{11}$ 38	0 33.	$\overline{11}$ 38	0,0099	$\bar{0}$,2059	0,2061
$\overline{25}$ 45	$\overline{23}$ 26.	$\overline{23}$ 29.	$\bar{0}$,4814	$\bar{0}$,4824	0,6815
$\overline{33}$ 41	$\overline{33}$ 56.	$\overline{27}$ 23.	$\bar{0}$,8089	$\bar{0}$,6665	1,0481
$\overline{37}$ 11.	$\overline{37}$ 46	$\overline{28}$ 32.	$\bar{0}$,9726	$\bar{0}$,7588	1,2336
$\overline{45}$ 59.	$\overline{45}$ 29.	$\overline{30}$ 17	$\bar{1}$,4640	$\bar{1}$,0352	1,7930
$\overline{58}$ 02.	$\overline{14}$ 17.	$\overline{55}$ 18	$\bar{0}$,4814	$\bar{1}$,6029	1,6736
$\overline{69}$ 51	$\bar{9}$ 25	$\overline{67}$ 51	$\bar{0}$,4814	$\bar{2}$,7257	2,7679
32 55	$\overline{50}$ 52	20 03.	$\bar{1}$,4640	0,6474	1,6008
33 14.	$\overline{63}$ 57.	13 55.	$\bar{2}$,4466	0,6554	2,5309
$\overline{65}$ 07.	$\overline{31}$ 37.	$\overline{50}$ 35	$\bar{1}$,4640	$\bar{2}$,1569	2,6069
$\overline{37}$ 29	0 27	$\overline{37}$ 29	0,0099	$\bar{0}$,7667	0,7668
$\overline{53}$ 01	0 20.	$\overline{53}$ 02	0,0099	$\bar{1}$.3287	1,3288
19 57	$\overline{42}$ 26	14 35	$\bar{0}$,9726	0,3629	1,0381
Formen:					
90°00′	49°10′	40°50′	$\bar{1}$,1571	∞	∞
$\overline{69}$ 54.	9 46	67 44.	0,5012	$\bar{2}$,7338	2,7794
39 39.	$\overline{31}$ 54.	32 48.	$\bar{0}$,8089	0,8290	1,1583
$\overline{30}$ 40	$\overline{30}$ 15.	$\overline{26}$ 08.	$\bar{0}$,6779	$\bar{0}$,5929	0,9006
77 38.	$\overline{55}$ 53	76 20	$\bar{0}$,4814	4,5664	4,5907
78 58.	$\overline{15}$ 38	70 56.	$\bar{1}$,4640	5,1342	5,3390

Ref.: Arthur Schwantke.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO_2	39,58	40,62	40,82	39,15	41,47	41,56	41,38	40,65	48,24	48,14	47,76	45,52	48,13	47,56
TiO_2	4,39	4,07	4,06	4,01	3,32	3,52	2,93	3,76	1,44	1,36	1,24	2,05	1,62	1,54
P_2O_5	0,79	0,67	0,83	0,98	0,90	1,14	0,87	0,88	0,36	0,12	0,71	0,52	0,71	0,48
Al_2O_3	14,15	14,74	14,21	14,02	13,30	13,25	13,44	13,87	4,52	6,21	4,21	5,48	5,96	5,28
Fe_2O_3	8,95	8,29	7,36	8,35	8,86	7,77	8,97	8,36	6,54	7,73	7,28	7,42	5,74	6,94
FeO	3,50	5,21	4,97	4,87	3,52	4,87	5,06	4,57	3,26	2,52	2,65	2,96	3,84	3,05
MgO	12,46	12,41	11,99	13,02	12,59	11,57	12,36	12,34	12,91	10,31	12,12	12,09	11,35	11,76
CaO	12,42	11,37	12,27	11,86	13,02	13,01	11,70	12,23	21,81	22,09	22,18	22,48	22,15	22,14
Na_2O	2,18	2,20	2,13	2,38	2,12	2,37	2,48	2,27	0,80	0,71	1,60	0,91	1,42	1,09
K_2O	1,33	1,06	1,15	1,17	1,11	0,92	1,23	1,14	0,36	0,43	0,34	0,35	0,39	0,38
H_2O	0,57	0,43	0,49	0,38	0,40	0,51	0,39	0,45	0,11	0,31	0,13	0,37	0,18	0,22
Summe	100,32	101,07	100,28	100,19	100,61	100,49	100,81	100,52	100,35	99,93	100,22	100,15	101,49	100,44

15. Xenia Galkin (in Straßburg i. E.): **Chemische Untersuchung einiger Hornblenden und Augite aus Basalten der Rhön** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **29**, 681—718; mit 1 Tabelle).

Das Resultat der Analysen ist in nebenstehender Tabelle zusammengestellt.

Hierin bedeuten: Hornblende 1 vom Silberhauk bei Liebhards, 2 von Sparbrod, 3 vom Totenköpfchen bei Gersfeld, 4 vom Pferdskopf, 5 aus dem Hornblendetuff nordwestlich von Spahl, 6 vom Gehülfensberg, nordwestlich von Rasdorf (Blatt Geisa), 7 vom kleinen Suchenberg, südwestlich von Spahl, 8 Mittelwert der Analysen 1—7. Augit 9 von Sparbrod, 10 vom Totenköpfchen bei Gersfeld, 11 vom Gehülfensberg, nordwestlich von Rasdorf (Blatt Geisa), 12 vom Silberhauk bei Liebhards, 13 vom Pferdskopf, 14 Mittelwert der Analysen 9—13.

Die Diskussion der Molekularverhältnisse mit Bezug auf die Formeln von Tschermak, Scharizer, Penfield, Rammelsberg sind im Original nachzulesen, in dem zum Schluß auch die Beziehungen der basaltischen Hornblende zum Rhönit untersucht werden.

Ref.: Arthur Schwantke.

16. Vera Haemmerle (in Wien): **Studien an Silikatschmelzen mit künstlichen Gemengen** (Ebenda 719—738; mit 3 Taf. u. 8 Fig.).

Eine erste Versuchsreihe enthält Schmelzen aus den chemischen Bestandteilen bereiteter Gemenge entsprechend Mineralmischungen die neben 10 Teilen Magnetit von Versuch 1—9 um je 10 steigend 20—80 Teile Labrador (Ab_1An_2) und um je 10 fallend 80—20 Teile Diopsid enthalten. Es bildeten sich stets Magnetit, Augit und Plagioklas. Neben dem Augit in den labradorarmen Mischungen Hedenbergit, in den labradorreichen Mischungen Diopsid; in den letzteren auch Anorthit sowie Spinell und Eisenglanz; auch kam es hier teilweise zur Ausscheidung des Plagioklases vor dem Augit. Eine zweite Reihe enthält 2 Versuche gleicher künstlicher Gemenge, ent-

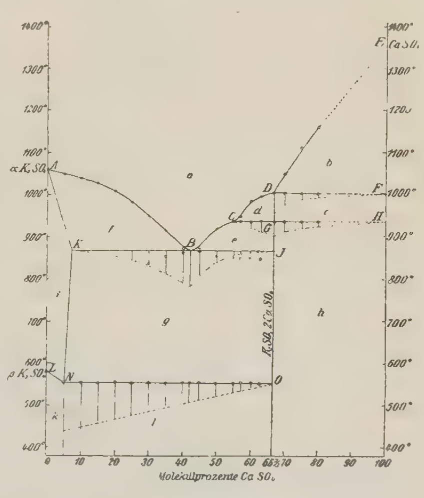
sprechend Labrador, Diopsid, Magnetit im Verhältnis 20 : 80 : 20 bzw. 50 : 50 : 20. Die Ausscheidungsfolge war hier Magnetit, Augit, Plagioklas, Augit, Plagioklas. Beim zweiten Versuch bildete sich auch Natronaugit. Zwei weitere Versuchsreihen enthalten Schmelzen von 20 Diopsid mit Olivin und Labrador im Verhältnis 20 : 80, 50 : 50, 70 : 30 oder 20 Labrador mit Olivin und Diopsid im Verhältnis 20 : 80, 50 : 50, 70 : 30. Hier schieden sich aus: Olivin, Diopsid, Augit, Labrador und Anorthit. Beim letzten Versuche bildete sich auch Nephelin. Bei der ersten Versuchsreihe wird auch das Auftreten von »schlierigen Eisenkonkretionen« erwähnt, ohne aber auf den Reduktionsprozeß — als eisenhaltige Komponente wurde Magnetitpulver verwendet — näher einzugehen.

Ref.: Arthur Schwantke.

17. **Hans Müller** (in Göttingen): **Über binäre Systeme, gebildet aus den Sulfaten der Alkalien und des Calciums** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 1—54; mit 1 Taf. u. 16 Fig.).

Die neutralen Sulfate von *K*, *Rb* und *Cs* sind enantiotrop-dimorph, bei gew. Temperatur rhombisch (verzwillingt nach 110 und 130), bei höherer (K_2SO_4 580°, Rb_2SO_4 649°, Cs_2SO_4 660°) hexagonal. Bei der Umwandlung findet mit steigender Temperatur Dilatation statt. Der kubische Ausdehnungskoëffizient der rhombischen Modifikation ist größer als der der hexagonalen. Schmelzpunkte: K_2SO_4 1057°, Rb_2SO_4 1051°, Cs_2SO_4 995°, die Schmelzwärme nimmt in dieser Reihenfolge wenig, die Umwandlungswärme stark (bei Cs_2SO_4 fast = 0) ab.

Das System K_2SO_4—$CaSO_4$ veranschaulicht die nebenstehende Figur (Fig. 1 des Verf.).



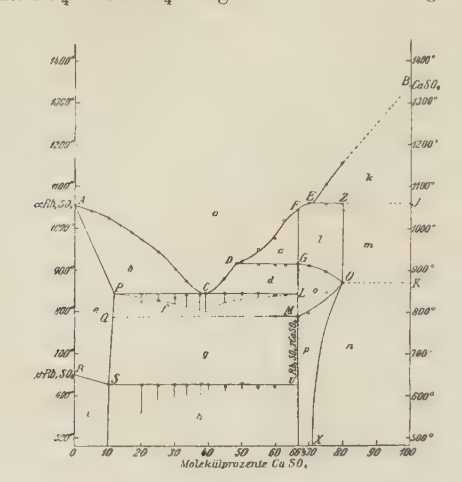
Erstarrungs- und Umwandlungsdiagramm der Mischungen aus K_2SO_4 und $CaSO_4$.

a Existenzgebiet der homogenen flüssigen Mischungen.
b Gleichgewichtsgebiet von $CaSO_4$ und Schmelzen.
c Existenzgebiet von Gemengen aus $CaSO_4$ und α-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
d Gleichgewichtsgebiet von α-$K_2SO_4 . 2\,Ca_2SO_4$ und Schmelzen.
e » » β-$K_2SO_4 . 2\,Ca_2SO_4$ » »
f » » Mischkrystallen *i* » »
g » » » *i* und β-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
h Existenzgebiet von Gemengen aus $CaSO_4$ und β-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
i » » Mischkrystallen aus α-K_2SO_4 und β-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
k » » » » β-K_2SO_4 und β-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
l » » Gemengen aus Mischkrystallen *k* und β-$K_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.

Die Hauptpunkte sind: *A* 1057°; *B* 867°, 42% $CaSO_4$; *C* 936°, 55—56% $CaSO_4$; *D* 1004°, $66\frac{2}{3}$% $CaSO_4$; *E* etwa 1350°; *G* 936°, $66\frac{2}{3}$% $CaSO_4$; *L* 580°, *N* 5% $CaSO_4$.

Im Dünnschliff ist das Doppelsalz optisch zweiaxig ($2E$ etwa 300) positiv. Durch Wasseraufnahme geht es in das Hydrat $K_2SO_4 . 2\,CaSO_4 . \frac{1}{2} H_2O$ über.

Das System $RbSO_4 — CaSO_4$ zeigt nachstehende Figur (Fig. 8 des Verf.).



Erstarrungs- und Umwandlungsdiagramm der Mischungen aus Rb_2SO_4 und $CaSO_4$.

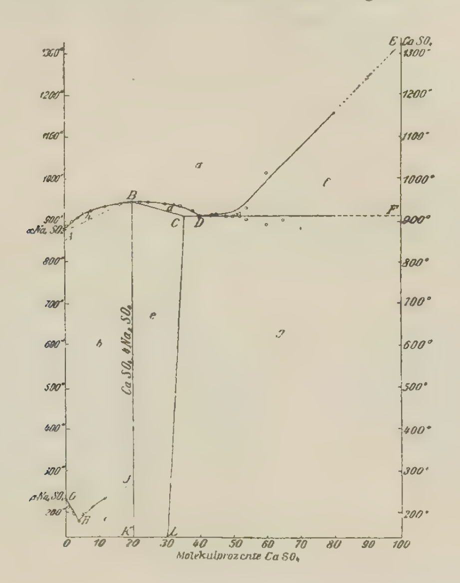
a Existenzgebiet der homogenen flüssigen Mischungen.
b Gleichgewichtsgebiet von Schmelzen *a* und Mischkrystallen *e*.
c » » » *a* » α-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
d » » » *a* » β-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
e Existenzgebiet von Mischkrystallen aus α-Rb_2SO_4 und β-Rb_2SO_4.
f Gleichgewichtsgebiet von Mischkrystallen *e* und β-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
g » » » *e* » γ-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
h » » » *i* » γ-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
i Existenzgebiet von Mischkrystallen aus β-Rb_2SO_4 und Doppelsalz γ-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$.
k Gleichgewichtsgebiet von Schmelzen *a* und $CaSO_4$.
l Existenzgebiet von Mischkrystallen aus α-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$ und $CaSO_4$.
m Gleichgewichtsgebiet von Mischkrystallen *l* und $CaSO_4$.
o Existenzgebiet von Mischkrystallen aus β-$Rb_2SO_4 . 2\,CaSO_4$ und $CaSO_4$.
p » » » » γ-$Rb_2SO_2 . 2\,CaSO_4$ und $CaSO_4$.

Die Hauptpunkte sind: *A* 1051°; *B* etwa 1350°; *C* 845°, 39% $CaSO_4$ (in der Tabelle steht 840°, $37\frac{1}{2}$%. Ref.); *D* 915°, etwa 50% $CaSO_4$; *E* 1058°, 70% $CaSO_4$; *F* 1043°, $66\frac{2}{3}$% $CaSO_4$; *G* 915°, $66\frac{2}{3}$% $CaSO_4$; *M* 787°, $66\frac{2}{3}$% $CaSO_4$; *O* 866°, 80% $CaSO_4$; *P* 845°, $11\frac{1}{2}$% $CaSO_4$; *R* 649°; *S* 625°, 10% $CaSO_4$.

Das Doppelsalz besteht im Dünnschliff aus einzelnen Balken von komplizierter Struktur, ein Zeichen der Umwandlung, die auch beim Erhitzen an der plötzlichen Änderung der Interferenzfarben zu erkennen ist.

Auch in dem System $Cs_2SO_4 — CaSO_4$ existiert ein dimorphes Doppelsalz $CsSO_4\,2\,CaSO_4$ mit dem Schmelzpunkt 959° und dem Umwandlungspunkt 722°. Schmelz- und Umwandlungswärme sind gering.

Auch in dem System $Na_2SO_4 — CaSO_4$ existiert nur ein Doppelsalz $4Na_2SO_4 . CaSO_4$ mit dem Schmelzpunkt 944° in nur einer Modifikation ohne Umwandlungspunkt. Durch Wasseraufnahme geht es in das Hydrat $4Na_2SO_4 . CaSO_2 . H_2O$ über. Glauberit ist aus dem Schmelzfluß nicht zu erhalten. Das System wird veranschaulicht durch nachstehende Figur.



Erstarrungs- und Umwandlungsdiagramm der Mischungen aus Na_2SO_4 und $CaSO_4$.

a Existenzgebiet der homogenen flüssigen Mischungen.
b » von Mischkrystallen aus α-Na_2SO_4 u. Doppelsalz $CaSO_4 . 4Na_2SO_4$.
c » » » » β-Na_2SO_4 » » $CaSO_4 . 4Na_2SO_4$.
d Gleichgewichtsgebiet von Mischkrystallen *e* und Schmelzen *a*.
e Existenzgebiet von Mischkrystallen aus Doppelsalz $CaSO_4 . 4Na_2SO_4$ und $CaSO_4$.
f Gleichgewichtsgebiet von Schmelzen *a* und $CaSO_4$.
g » » Mischkrystallen *e* und $CaSO_4$.
h » » » *b* » Schmelzen *a*.

Hauptpunkte; *A* 881°; *B* 944°, 20 % $CaSO_4$; *C* 913° 35 % $CaSO_4$; *D* 913°, 40 % $CaSO_4$; *E* etwa 1350°; *G* 233° (in der Tabelle steht 231°. Ref.); *H* 178° (?), 4 % $CaSO_4$.

Das System $Li_2SO_4 — CaSO_4$ enthält kein Doppelsalz und keine Mischkrystalle. Der Schmelzpunkt von α-Li_2SO_4 liegt bei 843°, der Umwandlungspunkt in β-Li_2SO_4 bei 572°. Der eutektische Punkt liegt bei 700° mit 18 % $CaSO_4$.

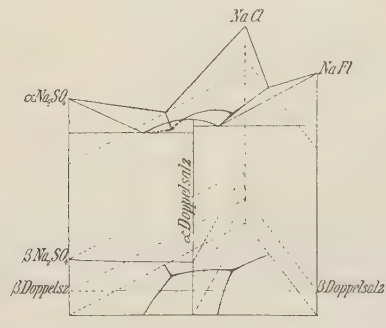
Durch Zusammenschmelzen äquimolekularer Mengen der beiden Komponenten wurde das Doppelsalz $Rb_2SO_4 . Li_2SO_4$ erhalten, Schmelzpunkt 730°, Schmelzwärme sehr groß. Beim Erhitzen im optischen Ofen ergab sich, daß das Doppelsalz enantiotrop dimorph ist. Über 142° verschwinden die Zwillingslamellen und die senkrecht zur Bisektrix getroffenen Schliffe werden einaxig, tetragonal.

Krystalle des analogen Doppelsalzes $K_2SO_4 . Li_2SO_4$ aus Lösung nach Traube hexagonal, erste hemimorphe Tetartoëdrie, Umwandlungstemperatur von Nacken auf 435° bestimmt.)

Das Doppelsalz $Cs_2SO_4 . LiSO_4$, gleichfalls durch Zusammenschmelzen erhalten, zeigt nur eine Modifikation. Schmelzpunkt bei 729° (Umwandlungspunkt vielleicht unterhalb der gewöhnlichen Temperatur). Schmelzwärme sehr groß. Die Dünnschliffe sind zweiaxig positiv, mit kleinem Axenwinkel, der beim Erwärmen abnimmt. Bei etwa 35° wird er = 0 und mit steigender Temperatur gehen die Axen in der zur vorigen Ebene senkrechten auseinander.

Ref.: Arthur Schwantke.

18. Adolf Wolters (in Göttingen): **Das ternäre System $Na_2SO_4 + NaFl + NaCl$** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 55—96; mit 2 Taf. und 17 Fig.).



Dieses ternäre System erwies sich als sehr einfach und bildete deshalb ein gutes Demonstrationsbeispiel. Nur eine Komponente Na_2SO_4 ist dimorph, und es existiert nur ein Doppelsalz, gleichfalls nur mit einem Umwandlungspunkt. Eine Mischbarkeit der vier festen Phasen untereinander konnte nicht nachgewiesen werden. Das System wird veranschaulicht durch nebenstehende Figur (Fig. 16 des Verfassers).

Erstarrungs- und Umwandlungserscheinungen im ternären System $NaCl—NaF—Na_2SO_4$.

Die Schmelzpunkte der reinen Stoffe sind: $NaCl$ 797°, NaF 986°, Na_2SO_4 881°. Der Umwandlungspunkt von Na_2SO_4 liegt bei 233°. Der eutektische Punkt 65,5 Mol.-% $NaCl$, 34,5 Mol.-% NaF liegt bei 674°. Der eutektische Punkt 46 Mol.-% Na_2SO_4, 54 Mol.-% $NaCl$ liegt bei 624°. Die Kurve, die die Abhängigkeit der Umwandlungstemperatur des α-Na_2SO_4 in β-Na_2SO_4 von der Konzentration der verschiedenen Gemische darstellt, verläuft fast horizontal, sodaß praktisch Mischkrystalle von Na_2SO_4 mit $NaCl$ kaum gebildet werden.

Der Schmelzpunkt des Doppelsalzes $Na_2SO_4 . NaF$ liegt bei 781, das Eutektikum α-Na_2SO_4 + α-Doppelsalz bei 743° mit 30 Mol.-% NaF. Eine Mischbarkeit dieser beiden festen Komponenten ist praktisch nicht vorhanden. Das Eutektikum Doppelsalz + NaF liegt bei 773° mit 61 Mol.-% NaF. Der Umwandlungspunkt des Doppelsalzes liegt bei 105°. Das Doppelsalz läßt sich aus wässeriger Lösung bei 35° in Krystallen erhalten, tafelig nach der Basis, von sechsseitigem Umriß, bei Temperaturen unter 105° mimetisch hexagonal, darüber hexagonal.

Das Eutektikum des Systems Doppelsalz + $NaCl$ liegt bei 50 Mol.-% Doppelsalz und 50 Mol.-% $NaCl$.

Das ternäre System zeigt zwei ternäre Eutektika. I bei 594° mit 43 Mol.-% Na_2SO_4 — 11 Mol.-% NaF — 46 Mol.-% $NaCl$ (auf das Doppelsalz umgerechnet 32 Mol.-% Na_2SO_4 — 22 Mol.-% Doppelsalz — 46 Mol.-% $NaCl$; II bei 620° mit 19 Mol.-% Na_2SO_4 — 30,5 Mol.-% NaF — 50,5 Mol.-%

NaCl (entsprechend 38 Mol.-% Doppelsalz — 11,5 Mol.-% *NaF* — 50,5 Mol.-% *NaCl*).

Eine isolierte Spitze der Schmelzfläche, die der ternären Verbindung $2 Na_2SO_4 . NaF . NaCl$ entspräche, existiert nicht. Es ist also die Darstellung dieser als das Mineral Sulfohalit bekannten Verbindung aus der Schmelze nicht möglich, und es gelang auch nicht, sie aus wässeriger Lösung zu erhalten.

Ref.: Arthur Schwantke.

19. F. Angel (in Graz): **Über einen Natronsanidin von Mitrowitza** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 254—268; 1 Taf.).

Die Arbeit bringt in der ersten Hälfte einen Überblick über den heutigen Stand der Feldspatfragen, unter besonderer Berücksichtigung des chemischen und physikalischen Verbandes der drei Feldspatsilikate $KAlSi_3O_8$, $NaAlSi_3O_8$, $CaAl_2Si_2O_8$. Auf diesen zusammenfassenden Teil kann hier nur verwiesen werden.

Ein trachytisches Gestein von Mitrowitza in Mazedonien mit prächtiger Porphyrstruktur enthält glasige, rissige Sanidine mit einer Größe von mehreren Zentimetern im Durchmesser, kleine, dunkle, opake, rostrote Prismen von resorbierter Hornblende, Augite von geringer Größe und ziemlich häufig Quarz in kleinen Individuen. Unter dem Mikroskope zeigten die neben dem später zu besprechenden Sanidin auftretenden Alkalifeldspäte Schalenbau mit Annäherung bald an Kalifeldspat, bald mehr an Kalinatronfeldspat. Die Plagioklase zeigen Mikrotinhabitus, am äußersten Rande eine schwärzliche Einschlußzone, dann Schalenbau mit Kern aus Labrador, Schalen von Andesin, Oligoklas-Andesin, Oligoklas und einer dem Albit nahestehenden äußeren Schale mit den Einschlüssen. Rekurrenzen vorhanden, aber nicht häufig. Quarz stark korrodiert. Bei der Opazitumwandlung der Hornblende wurde reichlich Hämatit und ein eisenhaltiger, pleochroitischer Olivin neben Augitmikrolithen gebildet. Auffallend ist die gleichzeitige Bildung von Magnetit und Hämatit. Augit diopsidartig.

Der Natronsanidin besteht aus:

SiO_2	62,04
Al_2O_3	21,60
Fe_2O_3	2,29
CaO	0,95
MgO	0,53
K_2O	6,73
Na_2O	4,92
	99,06

Entsprechend $8 KAlSi_3O_8 . 9 NaAlSi_3O_8$. Spez. Gew. 2,571. Spaltbarkeit nach {001} ausgezeichnet, nach {010} viel weniger gut. (001):(010) an Spaltstücken 90° 1'. Auslöschung auf (001) 0°, auf (010) 2° 52'.

$2E_{na} = 37,55'$ sowohl mit Axenwinkelapparat von Schneider-Adams, der Schwarzmann'schen Axenwinkelskala und der Becke'schen Methode. Axenebene normalsymmetrisch.

Verf. stellt diesen Sanidin als Natronsanidin den gewöhnlichen Natronorthoklasen gegenüber. Unter Einbeziehung der Bestimmungen von Foerstner an Natronorthoklasen von Pantelleria (diese Zeitschr. **1**, 547—561; **8**, 125—202; **19**, 560—572) bespricht Verf. die isomorphe Mischungsreihe der allgemeinen Formel $m KAlSi_3O_8 . n NaAlSi_3O_8$.

Ref.: E. Kaiser.

20. F. Angel (in Graz): **Über einen Porphyrpechstein vom Monte Rotaro auf Ischia** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 447—466).

Der Porphyrpechstein mit rauher, unebener und pechglänzender, besser glitzernder Bruchfläche zeigt Sanidin, spärliche Biotittäfelchen und Augit. Unter dem Mikroskope zeigt sich der Sanidin zum Teil nach $\{010\}$ mit Kalknatronfeldspat lamellenartig verwachsen; er enthält namentlich an den Enden Imprägnationen mit kleinen Kügelchen von Glas. Plagioklas gehört zumeist zum Oligoklas. An farbigen Gemengteilen treten Augit (Diopsid), Biotit mit Korrosionserscheinungen und umgeben von hellem Hof, sowie Magnetit auf. Die Grundmasse zeigt zahlreiche Feldspatkrystalliten. Die Grundmasse ist teilweise entglast, mit sehr kleinen Sphärolithen.

Die Genesis der Pechsteine wird unter Berücksichtigung der älteren Literatur eingehend besprochen. Die Obsidiane sollen sich unter lebhafter Entwicklung von HCl-Gas gebildet haben, während für die Pechsteine nur eine geringe HCl-Gasentbindung anzunehmen sei. Daraus soll sich der geringe H_2O-Gehalt im Obsidian, der reichliche H_2O-Gehalt im Pechstein erklären.

Ref.: E. Kaiser.

21. H. Andesner (in Frankenmarkt, Oberösterreich): **Über das Verhalten des Gabbromagmas im Schmelzfluß** (Ebenda 467—494).

Ausgehend von der Annahme, daß die Amphibolite den Gabbro- und Dioritmagmen entsprechen, wurde untersucht, welche Eruptivmagmen oder Gesteine durch Umschmelzung von Amphibolit unter verschieden gewählten Bedingungen entstehen. Benutzt wurde Amphibolit von Kals in Tirol, der mikroskopisch und chemisch genauer untersucht wurde. Umschmelzung des Amphibolit allein ergab Feldspatbasalt. Zufügung von Kieselsäure und Wolframsäure führte nicht zur Ausscheidung von Quarz oder Tridymit; die poröse Schmelze zeigte Intersertalstruktur, reichlich schöne Magnetitkryställchen, sphärolithische Anlagerungen von Plagioklas, wechselnd nach der Menge der SiO_2, gelblichbraune Augite. Schmelzen von Amphibolit mit Eläolith führte zur Ausscheidung von Nephelin in der intersertal struierten Schmelze. Während bei dem vorhergehenden Versuche sich basaltische Schmelzen gebildet hatten, wurde hier ein Nephelintephrit erhalten. Schmelzen von Amphibolit mit $Al_2(OH)_6$ und MgO führte zur Bildung von Spinell, zum Teil auch Korund. Schmelzen von Amphibolit mit dem Olivin, bzw. Anorthit, bzw. beiden zusammen entsprechenden künstlichen Mischungen ergaben bessere Resultate. Die Schmelze mit Olivin besaß eine hyalopilitisch-intersertale Struktur, die einem Melaphyr entsprach. Die Schmelze mit Anorthit (gleiches Gewicht wie Amphibolit) ergab einen Gabbroporphyrit.

Alle Schmelzversuche mit dem Amphibolit führten zur Bildung von Gesteinen gabbroiden Charakters.

Ref.: E. Kaiser.

22. E. Genzken (in Hamburg): **Über die Interferenzerscheinungen im reflektierten Lichte an durchsichtigen, inaktiven Krystallplatten** (Ebenda 383—446).

Es wird die Reflexion im Innern der Krystallplatten an der hinteren Grenzebene untersucht. Die Betrachtung dünner Krystallplatten im reflektierten Lichte ergibt Interferenzerscheinungen, welche mit den Interferenzerscheinungen im durchgehenden Lichte zwischen polarisierenden Vorrichtungen große Ähnlichkeit haben. Dünne Krystallplatten auf dunkler Unterlage erscheinen im reflektierten

Lichte (bei einfallendem weißen Lichte) farbig. Die Farben werden lebhafter, wenn man entweder das einfallende oder das austretende Licht durch einen Nikol gehen läßt. Im Gegensatz zur Betrachtung im durchgehenden Lichte treten die Interferenzerscheinungen im reflektierten Lichte auch dann auf, wenn nur das einfallende oder nur das reflektierte Licht durch ein Nikol'sches Prisma geht, und sogar auch dann, wenn überhaupt keine Polarisationsvorrichtung benutzt wird. Diese Interferenzerscheinungen im reflektierten Lichte verschwinden (wie jene im durchgehenden Lichte) bei bestimmten Lagen der Krystallplatte und bei bestimmten Nikolstellungen. Wenn man den Nikol über eine solche Stellung hinausdreht, so geht (wie im durchgehenden Lichte) die vorher beobachtete Interferenzfarbe in die Komplementärfarbe über. — In der Einleitung weist der Verf. noch besonders darauf hin, daß man es bei der inneren Reflexion nicht mit einer, sondern mit vier reflektierten Wellen zu tun hat; denn auf die hintere Fläche fallen zwei Arten von Wellen ein) und aus jeder von ihnen werden wieder zwei Wellen reflektiert.

Die Arbeit gliedert sich in folgende Teile:

I. Die Reflexion im Innern inaktiver, durchsichtiger Krystallplatten.

1. Bezeichnung der Wellen; Definition der normalen Neigungswinkel und Polarisationsazimute.
2. Grenzbedingungen und Amplitudenverhältnisse bei partieller innerer Reflexion.
3. Uniradiale Reflexion im Innern der Krystallplatte.

Uniradiale Reflexion hat man dann, wenn die Intensität einer der vier im Innern reflektierten Wellen gleich Null wird, also aus einer auf die hintere Grenzfläche einfallenden Welle nur eine Welle reflektiert wird. Dies ist — und zwar sowohl bezüglich der ordentlichen wie außerordentlichen auf die hintere Grenzebene einfallenden Welle — der Fall, wenn die Einfallsebene mit einer optischen Symmetrieebene zusammenfällt. Dazu ist notwendig, daß die Grenzebene der Krystallplatte selbst eine optische Symmetrieebene ist oder zu einer optischen Symmetrieebene senkrecht steht. Wenn man die Krystallplatte in ihrer Ebene einmal um 360^0 dreht, so fällt im ersteren Falle die Einfallsebene viermal, im letzteren Falle zweimal mit einer optischen Symmetrieebene zusammen. Bei einaxigen Krystallplatten — diese liegen stets senkrecht zu einer optischen Symmetrieebene — wird obige Bedingung während einer Umdrehung der Platte im allgemeinen zweimal erfüllt, nämlich wenn die optische Axe in die Einfallsebene fällt. Ist die Krystallplatte parallel zur optischen Axe orientiert, so wird die Bedingung viermal erfüllt, nämlich, wenn die optische Axe parallel oder senkrecht zur Einfallsebene liegt. Ist die Krystallplatte senkrecht zur optischen Axe orientiert, so ist die Einfallsebene stets optische Symmetrieebene; dann findet stets für beide Arten von einfallenden Wellen uniradiale Reflexion statt; es treten dann nur zwei im Innern reflektierte Wellen auf. — Bei zweiaxigen Krystallplatten kann obiger Satz nur bei bestimmten Lagen der Grenzebene Anwendung finden.

a) Krystallplatte parallel zur Ebene der optischen Axen oder senkrecht zu einer der beiden Mittellinien: dann fällt während einer Umdrehung der Platte die Einfallsebene viermal mit einer optischen Symmetrieebene zusammen.

b) Krystallplatte senkrecht zur Ebene der optischen Axen oder senkrecht zu einer der beiden Halbierungsebenen der optischen Axen; dann fällt die Einfallsebene zweimal mit einer Symmetrieebene zusammen.

Ist die zweiaxige Platte anders geschnitten, so kann die Einfallsebene überhaupt nicht optische Symmetrieebene der Krystallplatte werden.

In diesen Fällen verschwinden die reflektierten Wellen W_4 und W'_3 [1]) gleichzeitig, unabhängig vom Einfallswinkel. Außerdem kann noch jede einzelne der vier reflektierten Wellen (W_3, W_4, W'_3, W'_4) bei bestimmten, von dem Einfallswinkel abhängigen Lagen der Krystallplatte verschwinden. Es wird folgender Satz abgeleitet: »Wenn die Amplitude von W_3 oder W'_4 für ein bestimmtes ϑ (Winkel zwischen Hauptschnitt der Krystallplatte und Einfallsebene) verschwindet, so verschwindet sie auch für $(180 + \vartheta)$. Wenn aber die Amplitude von W_4 (bzw. W'_3) für ein bestimmtes ϑ verschwindet, so verschwindet für $(180 + \vartheta)$ die Amplitude von W'_3 (bzw. W_4).« — Das Nullwerden der Amplituden der reflektierten Wellen zeigt die Grenze, wo die betreffende Welle eine Phasenverschiebung um π erleidet.

Für die Änderung des Polarisationsazimutes beim Drehen der Krystallplatte werden die Fälle besonders unterschieden (und durchgerechnet), ob der Einfallswinkel φ kleiner oder größer ist als der Winkel zwischen Einfallslot und optischer Axe bzw. zwischen der Halbierungslinie des spitzen Winkels der optischen Axe.

Der II. Teil behandelt die Interferenz der vier Wellen, die nach der Reflexion im Innern einer inaktiven, durchsichtigen Krystallplatte aus der vorderen Grenzebene austreten, und zwar zuerst Polarisationsazimute, Amplitudenverhältnisse, Gangunterschiede der an der vorderen Grenzebene austretenden Wellen. Sodann werden die Beobachtungen mitgeteilt, welche im physikalischen Staatslaboratorium zu Hamburg über die Interferenzerscheinungen im reflektierten Licht an durchsichtigen inaktiven Krystallplatten angestellt wurden. Die Krystallplatte wurde auf einer mattschwarzen, runden Messingplatte (mit Gradteilung am Rande zur Bestimmung des Winkels ϑ) angebracht, welche um eine horizontale Axe in ihrer Ebene gedreht werden konnte; sie konnte auf die Axe eines Spektrometers aufgesetzt werden. Nicol'sche Prismen konnten nach Bedarf als Polarisator am Kollimatorrohr oder als Analysator am Beobachtungsfernrohr angebracht werden. Das von der Rückfläche der Krystallplatte reflektierte Licht konnte entweder direkt oder nach Zerlegung in einem Spektralapparat zerlegt werden. Die Lage des Hauptschnittes der Krystallplatte und des Winkels ϑ zwischen Hauptschnitt und Einfallsebene wurde mit Hilfe der Tatsache bestimmt, daß bei den untersuchten Krystallplatten symmetrische Lagen des Hauptschnittes zur Einfallsebene die gleiche Interferenz und infolgedessen auch bei spektraler Zerlegung des austretenden Lichtes dasselbe System von Interferenzstreifen im Spektrum ergaben. Aus den Interferenzstreifen wurde der Gangunterschied, den die Strahlen bei der Reflexion erlitten, berechnet.

Folgende Fälle: Interferenzerscheinungen im reflektierten Licht

a) bei einfallendem linear polarisierten Licht,

b) bei einfallendem natürlichen Licht, wenn das austretende Licht durch einen Analysator geht,

c) bei einfallendem natürlichen Licht, wenn das austretende Licht nicht durch einen Analysator geht,

---

1) Bezeichnungsweise: W_e einfallende Welle; durch Brechung an der Vorderfläche der Krystallplatte entstehen daraus W_1 und W_2; durch Reflexion an der Rückfläche entstehen aus W_1 die Wellen W_3 und W_4; aus W_2 entstehen W'_3 und W'_4.

werden theoretisch durchgesprochen; die experimentellen Ergebnisse faßt der Autor in folgenden Sätzen zusammen:

ad a) »Die Interferenzerscheinungen an durchsichtigen, inaktiven Krystallplatten im reflektierten Licht bei einfallendem linear polarisierten Licht beruhen auf der Interferenz der beiden Wellen, die aus den beiden im Innern der Krystallplatte reflektierten ordentlichen Wellen, und der beiden Wellen, die aus den beiden im Innern reflektierten außerordentlichen Wellen durch Brechung an der vorderen Grenzebene entstanden sind.

Der Gangunterschied, auf dem die Interferenz beruht, ist derselbe Gangunterschied, den die beiden an der hinteren Grenzebene der Krystallplatte austretenden Wellen haben. Die Krystallplatten zeigen im reflektierten Licht, wenn das einfallende Licht senkrecht zur Einfallsebene polarisiert ist, dieselben Interferenzerscheinungen wie im durchgehenden Licht zwischen gekreuzten Nikols, wenn das einfallende Licht parallel zur Einfallsebene polarisiert ist; dieselben Interferenzerscheinungen wie im durchgehenden Licht zwischen parallelen Nikols, vorausgesetzt, daß der Einfallswinkel derselbe ist. Im ersten Falle ist in dem austretenden Licht die Intensität aller Lichtarten geschwächt, von deren halber Wellenlänge der Gangunterschied ein gerades Vielfaches ist; im zweiten Falle die Intensität aller Lichtarten, von deren halber Wellenlänge der Gangunterschied ein ungerades Vielfaches ist.

Während einer Umdrehung des Nikols, durch den das Licht einfällt, verschwindet die Interferenz viermal, und jedesmal geht die vorher beobachtete Interferenzfarbe in die Komplementärfarbe über.

Während einer Umdrehung der Krystallplatte in ihrer Ebene verschwindet die Interferenz im allgemeinen achtmal. Ist aber das einfallende Licht senkrecht oder parallel zur Einfallsebene polarisiert, so verschwindet die Interferenz nur viermal, und zwar für die Lagen der Krystallplatte, bei denen die auf die hintere Grenzebene einfallende ordentliche Welle $\|$ oder $\perp$ zur Einfallsebene polarisiert ist. Ein Übergang in die Komplementärfarbe ist mit diesen vier Nullstellen der Interferenz nicht verbunden.

Die Interferenzerscheinung tritt am deutlichsten auf, wenn das Licht an der hinteren Grenzebene der Krystallplatte unter dem Polarisationswinkel austritt.

In der Umgebung derjenigen Lagen der Krystallplatte, bei denen die Interferenz verschwindet, kann die Interferenz der beiden an der vorderen Grenzebene austretenden Wellenpaare einander entgegengesetzt sein. Das Auge nimmt dann keine deutliche Interferenz wahr. Diese Gebiete entgegengesetzter Interferenz treten nicht auf, wenn das Licht an der hinteren Grenzebene unter dem Polarisationswinkel austritt. Sie sind um so größer, je mehr der Neigungswinkel des an der hinteren Grenzebene austretenden Lichtes von diesem Winkel abweicht.

Der Gangunterschied, auf dem die Interferenz beruht, ist, außer zu der Dicke der Platte und dem reziproken Werte des Cosinus des inneren Neigungswinkels, zu der Differenz der Brechungsindices der auf die hintere Grenzebene einfallenden Wellen proportional. Daher ändert sich bei einer Drehung der Krystallplatte der Gangunterschied und damit die Interferenzfarbe beständig.«

ad b) »Im reflektierten Licht erhält man, wenn man in eine durchsichtige, inaktive Krystallplatte natürliches Licht einfallen und das reflektierte Licht durch einen Analysator gehen läßt, für eine bestimmte Lage der Krystallplatte dieselbe Interferenzerscheinung, wie für die um 180^0 gedrehte Lage der Krystallplatte bei linear polarisiertem einfallenden Licht.

An Krystallplatten, senkrecht zu einer optischen Symmetrieaxe, sind die Interferenzerscheinungen im reflektierten Licht dieselben, ob man das einfallende Licht durch einen Polarisator oder das austretende Licht durch einen Analysator gehen läßt.«

ad c) »Fällt auf eine durchsichtige, inaktive Krystallplatte natürliches Licht ein, und läßt man auch das austretende Licht nicht durch einen Analysator gehen, so zeigen die Krystallplatten im reflektierten Licht im allgemeinen eine doppelte Interferenz, die jedoch wesentlich schwächer ist als bei Benutzung eines Polarisators oder Analysators. Es sind dies dieselben Interferenzerscheinungen, wie man sie erhält, wenn das einfallende Licht senkrecht zur Einfallsebene polarisiert wird, und wenn das austretende Licht senkrecht zur Einfallsebene polarisiert wird.

Bei beiden auftretenden Interferenzen ist die Intensität derjenigen Lichtarten geschwächt, von deren halber Wellenlänge die Gangunterschiede ein gerades Vielfaches sind.

An Krystallplatten, senkrecht zu einer optischen Symmetrieaxe, fallen beide Interferenzen in eine zusammen.

Die Interferenzerscheinungen verschwinden während einer Umdrehung der Krystallplatte im allgemeinen nur zweimal, nämlich wenn der Hauptschnitt der Platte parallel zur Einfallsebene liegt; an Krystallplatten, senkrecht zu einer optischen Symmetrieaxe, viermal, nämlich wenn der Hauptschnitt der Platte parallel oder senkrecht zur Einfallsebene liegt.

Für die Interferenzerscheinungen im reflektierten Licht ohne Anwendung eines Nikols ist an Krystallplatten, senkrecht zu einer optischen Symmetrieebene, außer dem Hauptschnitt auch die zum Hauptschnitt und zur Grenzebene senkrechte Ebene Symmetrieebene.«

Zum Schlusse werden die Interferenzerscheinungen im reflektierten Licht an durchsichtigen, inaktiven Krystallkeilen besprochen. Bei Anwendung eines Polarisators oder Analysators oder auch ohne Anwendung eines Nikols scheinen im reflektierten Licht die Krystallkeile parallel zur Keilkante von farbigen Streifen durchzogen.

a) Einfallendes Licht ist ⊥ Einfallsebene polarisiert: Dann erhält man ein Maximum bzw. Minimum der Intensität des austretenden Lichtes unter denselben Bedingungen wie im durchgehenden Lichte zwischen zwei gekreuzten Nikols.

b) Einfallendes Licht ist || Einfallsebene polarisiert: Dann erhält man ein Maximum bzw. Minimum der Intensität des austretenden Lichtes unter denselben Bedingungen wie im durchgehenden Lichte zwischen parallelen Nikols.

Ähnlich, wenn das austretende Licht ⊥ oder || Einfallsebene polarisiert ist. Ohne Anwendung eines Polarisators oder Analysators erhält man dieselben Interferenzerscheinungen wie im durchgehenden Licht zwischen gekreuzten Nikols.

Ref.: K. Stöckl.

23. Fr. Schwietring (in Nienburg [Weser]): **Über die Totalreflexion natürlichen Lichtes an durchsichtigen, einfachbrechenden Medien und an durchsichtigen inaktiven Krystallen** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 495—509; siehe ebenda 1908, Beil.-Bd. **26**, 296—380; diese Zeitschr. 1911, **49**, 380—387).

In der Einleitung legt der Verf. die Grundlagen seiner Rechnung dar: Die Schwingungen des einfallenden natürlichen Lichtes werden als Ellipsen auf-

gefaßt, die ihre Gestalt sehr schnell ändern. Jede elliptische Schwingung, die unter dem äußeren Grenzwinkel J_2 einfällt, wird nach den uniradialen Schwingungen $[\mathfrak{p}_1]$, $[\mathfrak{p}_2]$ zerlegt. Die eckige Klammer soll das Vorhandensein einer elliptischen Schwingung anzeigen. Des weiteren wird von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Polarisation des unter dem äußeren Grenzwinkel reflektierten Lichtes von zwei Umständen abhängt: 1. davon, daß die Phase der nach $[\mathfrak{p}_1]$ genommenen Komponente bei der Reflexion eine Änderung erfährt, was bei der nach $\mathfrak{p}_2$ genommenen Komponente nicht eintritt; 2. davon, daß die relative Lage von $[\mathfrak{p}_1]$, $\mathfrak{p}_2$ von der relativen Lage der entsprechenden uniradialen Schwingungen $[\mathfrak{q}_1]$, $\mathfrak{q}_2$ in der reflektierten Wellenebene verschieden ist.

I. In vorliegender Arbeit werden beide Methoden, die »analytische« (Voigt-Kaemmerer) und die »gedankliche«, welche sich auf die eben angedeuteten Grundlagen stützt, zuerst »zur Prüfung ihrer Richtigkeit und ihrer Ausdehnungsfähigkeit auf die totale Reflexion natürlichen Lichtes an durchsichtigen, einfachbrechenden Medien angewendet«. In diesem ersten Teile wird der Satz abgeleitet: a) »Wird natürliches Licht an einem einfach brechenden Medium unter dem Grenzwinkel der totalen Reflexion oder einem noch größeren Reflexionswinkel zurückgeworfen, so besteht es nach der Reflexion genau wie vorher aus rein natürlichem Licht ohne jede polarisierte Beimengung.« — b) »Eine etwaige relative Phasenänderung, welche die beiden parallel und senkrecht zur Einfallsebene genommenen Komponenten p_e und s_e einer einfallenden geradlinigen Schwingung bei der totalen Reflexion erhalten, ist kein Grund für die Polarisation natürlichen Lichtes durch totale Reflexion.«

II. Sodann wird die »Totalreflexion natürlichen Lichtes an durchsichtigen inaktiven Krystallen« behandelt. Hier wird folgender Satz abgeleitet: »Fällt natürliches Licht in einem starkbrechenden Außenmedium unter einem Einfallswinkel, der gleich dem äußeren Grenzwinkel oder noch größer als dieser ist, auf die Grenzebene eines Krystalles, und ist die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene des Krystalles, so ist das reflektierte Licht rein natürliches ohne jede Beimengung.« Dieser Satz wird durch Rechnung bewiesen. In der früheren Arbeit (N. Jahrb. f. Min. usw. 1908, Beil.-Bd. **26**, 366) hatte Schwietring den Satz aufgestellt: Die Polarisationsazimute der äußeren Grenze bei streifendem Einfall und bei Totalreflexion natürlichen Lichtes stimmen überein, wenn die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene des Krystalles ist. Zu diesem Satz bemerkt nun nach dieser weiteren Untersuchung Schwietring verbessernd: »Die aufgeworfene Frage nach der Gleichheit oder Verschiedenheit der Polarisationsazimute bei streifendem Einfall und bei Totalreflexion natürlichen Lichtes wird hinfällig, wenn die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene ist. Das reflektierte natürliche Licht besitzt eben in diesem Falle kein Polarisationsazimut. Demnach ist auch die Deutlichkeit der Grenze durch einen vor das Auge gebrachten Nikol nicht zu verändern, sie ist ebensowenig auslöschbar, wie die Grenze der totalen Reflexion an einem einfachbrechenden Medium.«

Die Arbeit beschäftigt sich sodann mit den einschlägigen, von Kaemmerer abgeleiteten Sätzen; zum Schlusse wird noch gezeigt, daß Kaemmerer's Behauptung für den allgemeinen Fall bestehen bleibt:

»Das außerhalb des inneren Grenzkegels an einem Krystall reflektierte natürliche Licht enthält im allgemeinen eine elliptisch polarisierte Beimengung.«

Zusammenfassung des Autors:

»Die Polarisation natürlichen Lichtes durch totale Reflexion an einem Krystall wird nur dadurch hervorgerufen, daß die uniradialen Schwingungsellipsen in der einfallenden und in der reflektierten Wellenebene eine verschiedene relative Lage besitzen. Ist die relative Lage der beiden uniradialen Schwingungen vor und nach der totalen Reflexion dieselbe, so sind relative Phasenänderungen der beiden nach den uniradialen Schwingungen genommenen Komponenten infolge der Reflexion für die Polarisation des natürlichen Lichtes ohne Bedeutung. Deshalb wird das natürliche Licht durch totale Reflexion an einem einfachbrechenden Medium nicht verändert; ebenso bleibt es bei der totalen Reflexion an einem Krystall völlig unpolarisiert, wenn die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene des Krystalles ist. Hat die Einfallsebene indessen eine beliebige Lage, so enthält das außerhalb des inneren Grenzkegels an einem Krystall reflektierte natürliche Licht im allgemeinen eine elliptisch polarisierte Beimengung.

Hinsichtlich der totalen Reflexion des natürlichen Lichtes zeigen also die einfachbrechenden Medien und die Krystalle den charakteristischen Unterschied, daß bei den ersteren niemals eine Polarisation stattfindet, während sich bei den letzteren im allgemeinen eine elliptisch polarisierte Beimengung zeigt, und nur in gewissen Symmetriefällen von dem äußeren Grenzwinkel an wie bei den einfachbrechenden Medien völlig unpolarisiertes Licht auftritt.«

Ref.: K. Stöckl.

24. P. Kaemmerer (in Dresden): **Über die Reflexion und Brechung des Lichtes an ebenen Grenzflächen optisch aktiver, isotroper, durchsichtiger Krystalle** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 500—548; siehe ebenda 1905, Beil.-Bd. **20**, 159—320; diese Zeitschr. 1908, **44**, 192).

Der Zweck vorliegender Arbeit ist, zu untersuchen, ob sich nicht geometrische Sätze, welche denen von Mac Cullagh über die Reflexion und Brechung des Lichtes an inaktiven, anisotropen Krystallen analog sind, über optisch aktive Krystalle aufstellen lassen. Die Grundlage der Untersuchungen bildet die elektromagnetische Lichttheorie, im besonderen die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes in optisch aktiven isotropen Körpern in Drude's Form. Als Lichtvektor wird der magnetische Kraftvektor eingeführt.

Der erste Teil der Arbeit behandelt die **Partielle Reflexion.** Zuerst werden die Grenzbedingungen für die Reflexion und Brechung von ebenen, einfarbigen Lichtwellen abgeleitet, die in einem einfachbrechenden, durchsichtigen Körper auf die ebene Grenze eines optich aktiven, isotropen, durchsichtigen Körpers einfallen; sodann die uniradialen Polarisationszustände der einfallenden und reflektierten Welle bei partieller Reflexion. Die Amplituden des reflektierten Lichtes bei partieller Reflexion und den geometrischen Zusammenhang zwischen einfallendem und reflektiertem Lichte bespricht der nächste Abschnitt; hier wird folgender Satz abgeleitet: »Für jeden bestimmten Einfallswinkel des Lichtes an der Grenze eines einfachbrechenden und eines aktiven isotropen Mediums muß es zwei bestimmte Polarisationszustände der einfallenden Welle geben, die durch Reflexion nicht geändert werden, abgesehen von der absoluten Amplitudengröße.«

Der 4. Abschnitt behandelt das reflektierte Licht bei Krystallen, deren Doppelbrechung sehr gering ist; der 5. Abschnitt enthält die geometrische Konstruktion des Polarisationszustandes der am Krystall reflektierten Welle mit Hilfe der uni-

radialen Schwingungen der einfallenden und reflektierten Welle nach den abgeleiteten Näherungsformeln.

Im nächsten Abschnitt wird die Reflexion natürlichen Lichtes erörtert; hier wird der Satz abgeleitet: »Das natürliche Licht enthält nach der Reflexion an einem optisch aktiven isotropen Körper einen Anteil von geradlinig parallel der Einfallsebene polarisiertem Licht« (vorausgesetzt ist dabei, daß — wie bei Natriumchlorat — die Doppelbrechung ganz gering ist; S. 522). Im folgenden ist der Satz abgeleitet: »Eine planparallele Platte des Krystalles befinde sich in einem einfachbrechenden Körper. Es falle auf die erste Grenze der Platte eine derartig elliptisch polarisierte Welle E, daß nur eine Welle W_1 im Krystall entsteht. Dann ist die den Krystall verlassende Welle elliptisch polarisiert mit derselben Phasendifferenz, aber umgekehrtem Axenverhältnis wie E.«

Die der Konstruktion von Mac Cullagh analoge geometrische Darstellung enthält der letzte Abschnitt des 1. Kapitels: Ein geometrischer Satz über die uniradialen Strahlensysteme bei der Reflexion und Brechung des Lichtes an einem aktiven isotropen Krystall. Man denke sich in der Ebene der gebrochenen Welle den zirkularen Polarisationszustand derselben durch einen Kreis mit dem Radius G markiert und durch diesen Kreis als Leitlinie einen Zylinder konstruiert, dessen Axe die Wellennormale ist. Dieser Zylinder wird der **Polarisationszylinder** genannt (entspricht der Polarebene von Mac Cullagh). — »Der Polarisationszylinder einer gebrochenen Welle W schneidet die Ebenen der einfallenden und der reflektierten Welle je in einer Ellipse, die, abgesehen von der absoluten Größe, den uniradialen Polarisationszustand dieser Welle darstellt, falls nur die Welle W im Krystall entsteht. Ob die Ellipsen rechts oder links sind, entscheidet der Charakter der Welle W.« (Dieser Satz ist das Gegenstück zu dem, welchen Mac Cullagh über die uniradialen Systeme bei der Reflexion an inaktiven anisotropen Krystallen aufstellte).

Der 2. Teil behandelt die »totale Reflexion«. Die Durchführung in den einzelnen Abschnitten entspricht dem 1. Teile. Im 4. Abschnitt sind die Sätze abgeleitet: »Ist das einfallende Licht parallel oder senkrecht zur Einfallsebene polarisiert, so wird sein Zustand bei der Totalreflexion annähernd erhalten. Alle anderen Polarisationszustände des einfallenden Lichtes werden mehr oder weniger umgestaltet.« Der Abschnitt: »Geometrischer Zusammenhang zwischen den Schwingungsformen der gebrochenen erlöschenden Wellen und den zugehörigen uniradialen Schwingungen der einfallenden und der reflektierten Wellen« entwickelt die der Mac Cullaghschen analogen Konstruktion für die Totalreflexion. Hier denkt man sich einen Polarisationszylinder konstruiert, dessen Leitlinie der Schwingungskreis der erlöschenden Welle ist und dessen Axe senkrecht zur Ebene dieses Kreises steht. »Der so konstruierte Polarisationszylinder einer erlöschenden gebrochenen Welle in einem aktiven isotropen Krystall schneidet die Ebenen der einfallenden und der reflektierten Welle in Ellipsen, die den zu der gebrochenen Welle gehörigen uniradialen Polarisationszustand darstellen. Der Rotationssinn ist immer gleich dem der gebrochenen Welle.«

Das 3. Kapitel behandelt: Reflexion des Lichtes am Krystall und Austritt aus dem Krystall unter Winkeln, die zwischen den Grenzwinkeln der partiellen und der Totalreflexion liegen. Die Rechnungen ergeben den Satz: »In dem betrachteten Gebiet sind alle austretenden Wellen links-elliptische. Das Azimut der größeren Axe gegen die Einfallsebene nimmt

vom kleineren zum größeren Grenzwinkel hin von 90^0 auf 0^0 ab. Die Intensität der Schwingungen sinkt nach der zweiten Grenze hin auf Null.«

Es seien noch die Schlußworte mitgeteilt: »Der experimentellen Nachprüfung der besprochenen Erscheinungen steht leider eine große Schwierigkeit entgegen in der geringen Doppelbrechung der natürlich vorkommenden aktiven isotropen Körper. Diese Doppelbrechung tritt bei der Totalreflexion z. B. überhaupt nicht zutage, und auch das zuletzt behandelte Gebiet von austretenden Wellen ist, man kann wohl sagen, von mikroskopisch kleiner Ausdehnung.«

Ref.: K. Stöckl.

25. Emil Bergeat (in München): **Beobachtungen über den Diorit (Banatit) von Vaskö im Banat und seine endogene und exogene Kontaktmetamorphose** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 549—574; 3 Taf.).

Die Eruptivgesteine durchbrechen eine 1000 m breite muldenförmige Kalksteinzone in Stöcken und vielverzweigten Gängen und haben eine weitgehende Kontaktmetamorphose im Silikatfels, oft sehr mächtigem Granatfels und krystallinem Schiefer herbeigeführt. Der Granatfels ist steter Begleiter des Erzes und bis zu wechselnder Entfernung mit mehr oder weniger Erz verwachsen. Die Erzmassen, zu $\frac{7}{10}$ aus Magnetit, im übrigen aus Hämatit bestehend, zeigen sich in vollkommen unregelmäßigen Körpern, meist stockförmigen Gebilden. Gegenüber dem stets vorhandenen Übergang des Granatfelses in den Erzstock ist nie ein Übergang vom Eruptivgestein zum Erz zu konstatieren.

Innerhalb des Eruptivgesteines, dessen eingehende petrographische Beschreibung hier nicht wiedergegeben werden kann, ist eine endogene Metamorphose zu beobachten, indem gegen den Kontakt eine rasche Abnahme des Biotitgehaltes unter scheinbarer Zunahme des Amphibols erfolgt. Eine sekundäre, durch Kalkaufnahme bewirkte Veränderung äußert sich darin, daß sich ein feinkörniges hornfelsähnliches Gestein entwickelt. Gegen die Grenze zu nehmen Epidotaggregate zu, sodaß sich gegen die Grenze ein gelbgrünes Gestein entwickelt, in dem noch Feldspat und Amphibol zu erkennen sind. Diesem Gesteine folgt die eigentliche, geringmächtige Epidotzone in einem ganz dichten Gesteine, das unter dem Mikroskope ein Haufwerk von allotriomorphen Epidotkörnern, spärlichen Quarzkörnchen, Carbonatbildungen, Überreste von Amphibol, der im übrigen in Chlorit umgewandelt ist, erkennen läßt. Die Epidotisierung soll im letzten Stadium der Verfestigung erfolgt sein, in dem noch bei Gegenwart von magmatischem Wasser Kalkresorption zur Bildung von Epidot geführt habe.

Der Kalkstein hat eine exogene Umwandlung einmal in Diopsidfels, anderseits in dichten Granatfels erfahren. Der Diopsidfels ist so umgewandelt worden, daß die Pyroxene einmal uralitisiert, anderseits carbonatisiert sind. In den Umwandlungsprodukten treten auch Neubildungen eines sekundären Granat auf. Die Analyse des dichten Granatfelses ergab SiO_2 34,22, Fe_2O_3 21,54, Al_2O_3 6,55, CaO 35,52, MgO 1,10, Glühverlust 0,80, Mn Spuren, Summa 99,73. Bei der Umwandlung des Kalksteins in Kalkeisengranat sind ersterem erhebliche Mengen von Kieselsäure und Eisenoxyd aus dem Magma zugeführt worden. Mit der Nähe der Erzlagerstätten werden Einschlüsse von Eisenglanz und Magnetit im Granatfels immer zahlreicher; Eisenerze sind mit dem Granatfels meist gebändert verwachsen: allmählich tritt Granat zurück, bis in einiger Entfernung vom Diorit gewaltige, massige Stöcke von Magnetit und Hämatit die Stelle des Granatfelses einnehmen.

Ref.: E. Kaiser.

26. Alfred Bergeat (in Königsberg i. Pr.): **Der Cordieritandesit von Lipari, seine andalusitführenden Einschlüsse und die genetischen Beziehungen zwischen dem Andalusit, Sillimanit, Biotit, Cordierit, Orthoklas und Spinell in den letzteren** (N. Jahrb. f. Min. usw. 1910, Beil.-Bd. **30**, 575—627; 2 Taf.).

Der cordierit- und granatführende Andesit von Lipari bildete den letzten Lavaerguß des die Insel beherrschenden 593 m hohen Andesitvulkanes Monte Sant Angelo. Ein an Einschlüssen reicheres Vorkommen fand sich in der Contrada Varesana vor der Chiesa di Madoro (»Varesanastrom«). Der biotitführende Augithypersthenandesit enthält als jüngere, aus dem Schmelzfluß gebildete Ausscheidung in großer Menge Körner und Einzelkrystalle von Cordierit, als fremdartige Einschlüsse Granatkörner, korrodierte und großenteils in Sillimanit umgewandelte, zum Teil ziemlich große Krystalle und Aggregate von Andalusit. Der Granat tritt in Gesellschaft mit dem Andalusit und dem aus diesem hervorgegangenen Sillimanit in Aggregaten auf, an denen noch Zirkon, Eisenerze, sehr spärlicher Quarz, seltener Apatit, Korund und Rutil, Biotit und große Mengen Cordierit und Spinell, ferner Orthoklas, Plagioklas und Glas beteiligt sind. Diese Einschlüsse erreichen alle Größen bis zu Dimensionen von mehreren Zentimetern. Andalusit, Granat, Zirkon, Quarz, ein Teil des Eisenerzes und des Biotit sowie der Apatit sind älteren Ursprungs; Sillimanit, höchstwahrscheinlich auch der ganze Cordierit, der meiste Biotit, Orthoklas, Spinell, Korund, Rutil und der größte Teil des opaken Erzes sind Neubildungen; Plagioklas ist wahrscheinlich aus dem Andesit eingewandert. — In den Einschlüssen zeigt der Andalusit und teilweise der Sillimanit eine intensive Korrosion, neben welcher die Bildung von Cordierit, Orthoklas und Spinell hergeht. Die Auflösung der Tonerdesilikate einerseits, die Entstehung des Cordierits, Orthoklas und Spinells anderseits wird auf die Einschmelzung von Biotit und die Einwirkung dieser magnesiareichen Schmelzlösung auf Andalusit und Sillimanit zurückgeführt.

Aus den eingehenden petrographischen Untersuchungen können nur folgende Beobachtungen hier wiedergegeben werden. In dem Varesanaandesit ist Cordierit massenhaft vorhanden, bis 9 mm lang, zum Teil angeschmolzen, mit Umgrenzungen, die auf {010}, {100}, {001}, {011} deuten. Er ist reich an Einschlüssen (Glas, oft mit Glasbläschen, Spinell, Erz, Sillimanit, Zirkon, Pyroxen, Biotit, niemals Plagioklas). Granat, als Fremdling im Andesit, ist stark angeschmolzen, aber ohne Resorptionsränder. Die Pyroxene haben eine oft sehr weitgehende, wahrscheinlich häufig bis zur völligen Auflösung führende Wiedereinschmelzung erlitten, der später eine Regeneration folgte, bei der sich an die Pyroxenreste optisch orientierte oder fast parallel orientierte Fasern anlagerten unter Wiedergabe der Zwillings- oder Viellingsnatur der einzelnen Individuen.

Bei der Zersetzung bilden sich Opal (Hyalit), grünliche glimmerartige Neubildungen, Biotit, Carbonate und Brauneisenerz aus der glasigen Grundmasse, dem Pyroxen, Cordierit, Granat und opaken Eisenerzen, scheinbar nie jedoch aus dem Plagioklas. — Eine Imprägnation mit Eisenglanz zeigt sich als Folge eines pneumatolytischen Vorganges, womit beim Pyroxen und Cordierit eine Verstärkung der Farbe, beim Cordierit und Hypersthen auch eine solche des Pleochroismus verbunden ist.

An größeren Krystallen im Varesanaandesit zeigt sich die Umwandlung des Andalusit in Sillimanit in der Weise, daß der Kern noch vollständig aus frischem Andalusit besteht, mit winzigen Einschlüssen, gas- oder glaserfüllten Hohlräumen, die in der Nähe des Umwandlungsrandes häufiger werden. Randlich tritt Sillimanit auf, mit mannigfachen Ausläufern und Ausbuchtungen. Die Umwandlung

ging teilweise durch Einschmelzung des Andalusits und Ausscheidung des Sillimanits vor sich, der sich in vielen einzelnen Individuen dem Andalusitkerne in völlig paralleler krystallographischer Orientierung ansetzte. Ein Teil der Tonerde des eingeschmolzenen Andalusits wird zur Bildung von Spinell und Cordierit verwandt, der als äußerster Rand um den Sillimanit auftritt, sich aber zum Teil auch dem Andalusit direkt anlegt. — Die Spaltrisse des Sillimanits nach {100} sind im basalen Querschnitt genau diagonal zu denen des Andalusits gerichtet. Die Sillimanitprismen zeigen den rechtwinkligen Querschnitt von {230}; die Elastizitätsaxe $\mathfrak{b} = b$ des Andalusits fällt in die Richtung von $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ im Sillimanit. — Der Andalusit erwies sich, entgegen der üblichen Angabe, in Flußsäure als löslich.

Die cordieritführenden Einschlüsse enthalten neben Cordierit als wesentlichstem Bestandteil stets Andalusit und (bzw. oder) Sillimanit, Spinell, Eisenerze (zum Teil Eisenglanz, zum Teil Titaneisen, untergeordnet vielleicht auch Magnetit), Orthoklas reichlich, Plagioklas zurücktretend, Pyroxen am Rande, Zirkon, Granat, Apatit, Quarz einmal, Biotit in wechselnder Menge. Ältere Bestandteile sind Granat, Andalusit, der durch Paramorphose aus ihm hervorgegangene Sillimanit, ein wenig Biotit, samt ihren Einschlüssen an Eisenerz, Zirkon und Quarz, die alle mehr oder weniger resorbiert erscheinen. Demgegenüber sind Cordierit, Orthoklas, Spinell, der meiste Biotit, der sehr seltene Korund und Rutil, der vom Andesit her eingewanderte Labrador, Pyroxen und die Glasmasse Neubildungen. Sillimanit und Titaneisen treten in zwei Generationen auf. Andalusit, Sillimanit und Granat bilden Einschlüsse in einer aus viel Cordierit, Spinell und Orthoklas, manchmal viel Biotit und untergeordnetem Plagioklas bestehenden Grundmasse von fast eutektischem Gefüge. Erzkörnchen durchqueren in Schwärmen die richtungslos gelagerten älteren und jüngeren Gemengteile. Die Bänderung, zuweilen mit einer unendlich feinen, an Fluidalstruktur erinnernden Fältelung und Stauchung, wird als Palimpseststruktur bezeichnet. Die einzelnen Mineralien werden mit ihren mikroskopischen Eigenschaften genau beschrieben, welche aber auszugsweise nicht wiedergegeben werden können.

Von den Mineralien der Einschlüsse sind Granat, Andalusit und der aufs engste mit ihm vergesellschaftete Sillimanit auch dort, wo sie in kleinen oder größeren Individuen durch den Andesit zerstreut sind, als Splitter oder Reste größerer Einschlüsse aufzufassen, während Cordierit als Bestandteil des Andesits eine authigene Ausscheidung ist. Die Einschlüsse werden zurückgeführt entweder auf einen von dem Andesitmagma durchbrochenen Eruptivgneiß oder auf jüngere Tiefengesteine der Vulkane der liparischen Inseln selbst, deren randliche Bildungen das besprochene Andesitmagma durchsetzt habe. Die Umwandlung der Einschlüsse im Andesit spielte sich als randliche Resorption durch das Magma selbst und als eine mehr oder weniger vollkommene innere Umlagerung der Einschlüsse ab. Es kann sich dabei nicht um eine Bildung von Kontaktgesteinen in dem Sinne handeln, daß durch den Andesit eine einfache molekulare Umlagerung von Bestandteilen stattgefunden habe, sondern die SiO_2-, Al_2O_3-, MgO-, FeO- und K_2O-haltige Lösung wirkte auf das Tonerdesilikat Andalusit, auf den aus ihm entstandenen Sillimanit und auf Granat ein.

Ref.: E. Kaiser.

27. **S. Hilpert** (in Charlottenburg) und **R. Nacken** (in Leipzig): **Über die Krystallisation von geschmolzenen Bleisilikaten** (Ber. d. D. chem. Ges. 1910, 43, 2564—2573).

Die lineare Krystallisationsgeschwindigkeit (KG) und das spontane Krystallisationsvermögen (KV) wurden bestimmt. Die Messung der KG von geschmolzenem Pb_2SiO_4 ergab um 700° ein heftiges Ansteigen bis zum Maximum von 120 mm/Stunde. Der Bereich der spontanen Krystallisation des Orthosilikates erstreckte sich von 630° bis etwa 400°. Beim Metasilikat stieg die KG langsamer und erreichte ihr Maximum erst 100° unter dem Schmelzpunkt mit 18 mm/Stunde. Etwas tiefer begann auch schon die Keimbildung. Das gesamte Schmelzdiagramm wurde mit Hilfe des Nacken'schen Rührapparates von neuem aufgenommen. Die zwischen $PbSiO_3$ und Pb_2SiO_4 sowie zwischen Pb_2SiO_4 und PbO gelegenen Eutektiken entsprechen den molekularen Verhältnissen $3PbO\,2SiO_2$ und $3PbO.SiO_2$. Die Zusammensetzung $3PbO\,2SiO_2$ entspricht dem einzigen in der Natur vorkommenden Bleisilikat, dem Barysilit. Es wird angenommen, daß diese Verbindung im Diagramm als kleines Maximum auftritt, das nur wegen der geringen Temperaturdifferenzen nicht nachweisbar ist. Analoge Fälle finden sich bei den Calciumferriten, Calciumaluminaten und Lithiumsilikaten.

Ref.: K. Endell.

28. R. Rieke und **K. Endell** (in Charlottenburg): **Über Lithiumsilikate** (Sprechsaal f. Keramik 1910, Nr. 46, und 1911, Nr. 6).

Das binäre System $Li_2O - SiO_2$ wurde nach der thermischen Analyse untersucht. Als wohldefinierte Verbindungen ergaben sich Li_2SiO_3 (Schmelzpunkt 1180° C.) und Li_2SiO_4 (Schmelp. 1215°). Das Eutektikum zwischen beiden entspricht der Formel $2SiO_2\,3Li_2O$, dasjenige zwischen dem Metasilikat und dem Kieselsäureanhydrid $2SiO_2.Li_2O$. Die Dünnschliffe zeigen keine Eutektstruktur. Die in der Nähe des Metasilikates gelegenen Schmelzen leuchten infolge großer Unterkühlung beim Erstarren auf, wie dies vom Na_2SiO_3 bekannt ist. Nach der Kieselsäureseite hin konnte das Diagramm bis zu 84 Gewichtsprozent SiO_2 fortgesetzt werden infolge des sehr starken Krystallisationsvermögens der Lithiumsilikate.

Ref.: K. Endell.

29. R. Rieke (in Berlin): **Das Richters'sche Gesetz. Ein Beitrag zur Kenntnis der Flußmittelwirkung** (Ebenda 1910, 43, Nr. 14—16).

Die Schmelzbarkeit eines Tones hängt ab von seiner chemischen Zusammensetzung, der Korngröße, sowie der Art der chemischen Bindung der einzelnen Bestandteile. Anfangs setzte man die Schwerschmelzbarkeit eines Tones proportional dem Tonerdegehalte und umgekehrt proportional dem Gehalt an anderen Oxyden. Diese in jedem keramischen Rohmaterial in untergeordneter Menge vorhandenen Oxyde nennt man Flußmittel. Den Einfluß hat zuerst Richters (Untersuchungen über die Ursachen der Feuerbeständigkeit der Tone. 1868. 2. Aufl. 1897) bereits 1868 untersucht. Nach ihm »äußern äquivalente Menge der als Flußmittel auftretenden Basen auf die Schmelzbarkeit von Tonen mit gleichem Verhältnis von $Al_2O_3 : SiO_2$ einen gleichen Einfluß. Diese Gesetzmäßigkeit wurde von Richters an gereinigten Tonen, feinstgemahlenem Bergkrystall und den Flußmitteln MgO, CaO, Fe_2O_3 und K_2O nachgewiesen. Diese Arbeit wurde von E. Cramer (Tonindustrie-Ztg. 1895, S. 533ff.) wieder aufgenommen und ergab eine Reihe Abweichungen. Verf. weist auf die Unhaltbarkeit der Ansicht hin, daß das sogen. Richters'sche Gesetz einen Spezialfall des Raoult'schen Gesetzes darstelle. Durch zahlreiche Versuche konnte festgestellt werden, daß die Wirkung äquimolekularer Mengen der Oxyde von CaO, SrO,

BaO, MgO, BeO, FeO, MnO, K_2O, Na_2O und SiO_2 sowohl auf den Kegelschmelzpunkt von reinem Kaolin als auch auf den von Tonerde-Kieselsäuremischungen mit verschiedenem SiO_2-Gehalt keine gleichstarke ist. Eine hierbei für alle verwendeten Flußmittel geltende Gesetzmäßigkeit konnte nicht gefunden werden; doch zeigte sich bei der Gruppe CaO, SrO und BaO, daß das Oxyd mit dem niedrigsten Mol.-Gewicht bei Anwendung äquimolekularer Mengen den Schmelzpunkt am meisten herabsetzt, dasjenige mit dem größten Mol.-Gewicht am wenigsten.

Die Bestimmung der Kegelschmelzpunkte von Gemischen, die der Zusammensetzung $Al_2O_3 . 2\,SiO_2 (0{,}25—3) RO$ entsprechen, zeigten einen wesentlichen Unterschied zwischen CaO, SrO und BaO einerseits, MgO, BaO, FeO und MnO anderseits; Ca, Sr und Ba bilden verhältnismäßig leicht Doppelsilikate vom Typus $Al_2O_3 . 2\,SiO_2\, 1\,RO$, während dieses bei den anderen untersuchten Oxyden nicht der Fall ist. BaO verhält sich ferner wieder anders als MgO, FeO und MnO, indem es bedeutend schwerer als diese mit SiO_2 und Al_2O_3 in Reaktion tritt. Bei CaO, SrO, BaO, MgO, FeO und MnO liegen bei dem Tonerde-Kieselsäureverhältnis 1 : 2 die leichtest schmelzbaren Gemische bei der Zusammensetzung $Al_2O_3 . 2\,SiO_2 . 2\,RO — Al_2O_3 . SiO_2\, 2{,}5\,RO$.

Ref.: K. Endell.

XXXVI. Hodgkinsonit, ein neues Mineral von Franklin Furnace, N. J.

Von

C. Palache in Cambridge (Mass.) und **W. T. Schaller** in Washington.

Übersetzt von K. Spangenberg.

(Mit 2 Textfiguren.)

Das im folgenden beschriebene Mineral wurde von Herrn J. J. McGovern aus Franklin Furnace, N. J., im April 1913 dem mineralogischen Museum der Harvard-Universität zur Bestimmung zugesandt. Nachdem das Mineral als eine neue Spezies erkannt war, wurde von Herrn Bergwerksinspektor H. H. Hodgkinson, M. E., der das Mineral zuerst in den Minen fand und dessen Namen es daher trägt, in zuvorkommender Weise Material zur weiteren Untersuchung und zur Analyse zur Verfügung gestellt. Herr Hodgkinson gibt an, daß das Mineral in dem nördlichen Teil des Erzvorkommens in dem früher als Hamburg-Mine bekannten Teil der Parker-Mine gefunden wurde, und zwar ganz nahe der hangenden Wand des westlichen Schenkels der Lagerstätte zwischen der 850-F.- und der 900-F.-Strecke. Charakteristisch für den Fundort sind eine Anzahl Spalten und Verwerfungen, auf deren einigen das Mineral vorkommt. Im Laufe des Jahres wurde es noch in einer Anzahl von Stücken gefunden, aber nirgends besonders häufig.

Hodgkinsonit ist ein monoklin krystallisierendes, wasserhaltiges Zink-Mangansilikat. Es kommt in Spalten in derbem körnigem Erz von typischem Willemit-Franklinitgemenge vor; gewöhnlich sind die Spalten so dünn, daß auf deren Wänden nur ein Überzug von dem Mineral zu sehen ist, das außerdem immer mit weißem Baryt und nicht selten mit Blättchen von gediegenem Kupfer vergesellschaftet ist. Lokal kann sich der Überzug fast zu einem schmalen Gange verdicken, und dann zeigt das Mineral bisweilen Krystalle bis zu 2 cm Durchmesser mit scharfkantigen Formen, scheinbar auch mit Krystall-

flächen; in Wirklichkeit ist die Begrenzung fast gänzlich durch den älteren tafeligen Schwerspat bestimmt, in dem das Mineral eingeschlossen ist. Derartige Stücke sind durch die klare blaßrosa Farbe und vorzügliche Spaltbarkeit des Hodgkinsonits im Verein mit dem schneeweißen Baryt ebenso auffallend wie schön. Einmal war eine Erzmasse von etwa 20 qcm Oberfläche wenigstens zur Hälfte mit Hodgkinsonit bedeckt. In einem Falle fand sich auch eine solche Ader, wo die von den zwischenliegenden Baryttäfelchen gebildeten eckigen Hohlräume nicht ganz von Hodgkinsonit ausgefüllt waren, sodaß dieser Krystallflächen entwickeln konnte. Von diesem Stück wurden drei gute Krystalle zur krystallographischen Bestimmung isoliert.

Außer diesen fanden sich auch noch andere Krystalle in Drusen in dickeren barytfreien Adern. Diese Krystalle, der größte war 1 cm lang, waren aber durch Lösung stark angegriffen und ihre Flächen im allgemeinen matt oder facettiert. Sie fanden sich neben schwarzen rhomboëdrischen Krystallen von Pyrochroit und skalenoëdrischen Calcitkrystallen, die, beide jünger, den Hodgkinsonit umschlossen. Der letztere war direkt auf Willemit oder Franklinit und in einigen Fällen auf Mangangranat aufgewachsen. Paragenesis und Art des Vorkommens weisen beide auf pneumatolytische Entstehung des neuen Minerales hin.

Hodgkinsonit[1]) ist monoklin holoëdrisch. Die höchst vollkommene Spaltbarkeit, senkrecht zur Symmetrieebene, wurde als Basis angenommen. Die Elemente wurden dann aus den Winkeln von (110), (011) und (221) im Verein mit der Neigung der Spaltbarkeit (001) zur Prismenzone berechnet:

Diese Winkel sind:

$(001) \begin{cases} \varphi = 90^0\,00' \\ \varrho = 5\;\,27\frac{1}{2} \end{cases}$ Mittel aus 2 Ablesungen an 2 Krystallen.

$(110) \begin{cases} \varphi = 33^0\,10' \\ \varrho = 90\;\;00 \end{cases}$ Mittel aus 7 Ablesungen an 3 Krystallen.

$(011) \begin{cases} \varphi = 4^0\,42' \\ \varrho = 48\;\;16 \end{cases}$ Mittel aus 2 Ablesungen an 1 Krystall.

$(221) \begin{cases} \varphi = 34^0\,48' \\ \varrho = 69\;\;48 \end{cases}$ Mittel aus 4 Ablesungen an 2 Krystallen.

Die daraus berechneten Axenelemente sind:

$$p_0 = 0{,}7254 \qquad q_0 = 1{,}1114 \qquad \mu = 84^0\,33\tfrac{1}{2}'$$
$$a:b:c = 1{,}539:1:1{,}1165 \qquad \beta = 85\;\,33\tfrac{1}{2}$$

Die beobachteten Formen sind $c\{001\}$, $m\{110\}$, $s\{011\}$, $r\{221\}$, $t\{\bar{4}01\}$, $x\{\bar{3}05\}$, $q\{552\}$, $u\{\bar{3}22\}$. Die letzten vier Formen wurden nur an den ge-

1) Ergänzungen zu den hier gegebenen krystallographischen Mitteilungen sind in den »Ergänzungen und Berichtigungen« am Schlusse dieses Bandes mitgeteilt.

ätzten Krystallen beobachtet, die mit besonderer Sorgfalt gemessen worden waren, bevor die besseren Krystalle sich gefunden hatten. Diese vier Formen sind zweifellos vizinale und durch Ätzung entstanden; sie sind trotzdem in die Winkeltabelle mit aufgenommen worden und in einer Figur wiedergegeben, weil sie für die meisten Stücke charakteristisch sind.

In der folgenden Tabelle sind alle beobachteten nebst den für die verschiedenen Formen berechneten Winkel angegeben.

	Berechnet		Gemessen		Grenzwerte		Anzahl d. Flächen
	φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ	
$c(001)$	90° 00′	5° 27½′	90° 00′	5° 27½′		5° 27′— 5° 28′	2
$m(110)$	33 08	90 00	33 10	90 00	33° 08′—33° 11′		7
$s(011)$	4 53½	48 15½	4 52	48 14	3 34 — 6 23	47 28 —48 47	12
$r(221)$	34 49	69 49	34 48	69 48	34 45 —34 51	69 35 —69 59	4
$t(\bar{4}01)$	—90 00	70 28	—90 00	70 09		70 03 —70 15	2
$x(\bar{3}05)$	—90 00	18 52	—90 00	18 13		17 36 —17 35	3
$q(552)$	34 29	73 33	34 30	72 34	34 01 —35 10	71 45 —73 23	4
$u(\bar{3}22)$	—41 47	56 16	—43 15	55 25	42 59 —43 31		2

Die Krystalle sind spitzpyramidal wie in Fig. 1, wobei die gleichmäßig entwickelten Flächen von m und r vorherrschen. Bei den geätzten Krystallen ist die Pyramide r durch eine Gruppe von Facetten ersetzt, deren durchschnittliche Lage dem Symbol $\{552\}$ genügt. Die Klinodomen und Prismenflächen sind immer eben, aber oft schlecht reflektierend. Die Flächen der anderen Formen sind winzig und sehr schlecht.

Fig. 1.

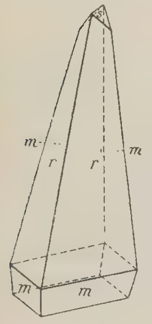


Fig. 2.

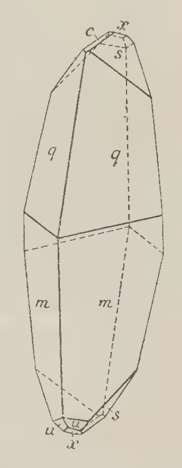


Fig. 2 zeigt einen dieser geätzten Krystalle, beiderseitig begrenzt durch die kleinen Flächen der genannten unsicheren Formen, die indes für Exemplare dieses Typus charakteristisch sind.

Die vollkommene Spaltbarkeit ist parallel der Basis. Die Dichte beträgt 3,91 (im Pyknometer mit einem Gramm kleiner Bruchstücke bestimmt, die später zur Analyse verwendet wurden). Die Härte ist etwas geringer als 5.

Die optischen Eigenschaften konnten nur unvollkommen bestimmt werden. Optische Axenebene ist (010); der mittlere Brechungsexponent, mit der Immersionsmethode bestimmt, ist 1,73. Die Farbe des Minerals wechselt vom hellen Blaßrosa bis zum blassen Rötlichbraun; der Glanz ist glasartig, der Strich weiß.

Das Mineral verknistert vor dem Lötrohr und schmilzt leicht und ruhig zu einer braunen Schmelze. Im geschlossenen Rohr erhitzt, dekripitiert es heftig und zersplittert in zahlreiche dünne Spaltblättchen, die beim weiteren Erhitzen Wasser abgeben und braun werden. Das Mineral löst sich leicht in Säuren unter Bildung gelatinöser Kieselsäure.

Die chemische Analyse des Hodgkinsonits wurde an sorgfältig ausgelesenen Spaltungsstücken von klarer rosa Farbe ausgeführt und ergab die unten angegebenen Werte. Es wurden dabei Viertelgrammproben angewandt, da der Gesamtbetrag des verfügbaren Materials nur etwas über ein Gramm betrug.

Analyse und Molekular-Proportionen des Hodgkinsonits
(von W. T. Schaller).

	1	2	3	Mittel	Molekular-Proportionen	
SiO_2	19,92	19,89	19,77	19,86	0,331	1,02
MnO	20,39	20,97		20,68	0,291	
ZnO	52,93	[1]		52,93	0,653	2,98
CaO	0,99	0,88		0,93	0,017	
MgO	0,04			0,04	0,001	
H_2O			5,77 [2]	5,77	0,321	0,99
				100,21		

Es fand sich außerdem noch eine zweifelhafte Spur von Blei; jedoch fehlten Eisen und Chlor. Bei 110° gab das Mineral kein Wasser ab.

Aus den Molekular-Proportionen ergibt sich genau die Formel

$$3\,RO \,.\, SiO_2 \,.\, H_2O,$$

wobei R hauptsächlich Zink und Mangan ist. Zieht man willkürlich Mn, Ca und Mg zusammen, dann wird das Verhältnis von

$$MnO + CaO + MgO : ZnO = 309 : 653$$

oder wie 1 : 2,11 oder nahezu 1 : 2. Dann könnte man die Formel auch schreiben: $MnO \,.\, 2\,ZnO \,.\, SiO_2 \,.\, H_2O$, und das könnte wieder, da alles H_2O Konstitutionswasser ist, als $Mn.(ZnOH)_2 \,.\, SiO_4$ gedeutet werden.

1) Eine zweite Bestimmung von ZnO, von der eine geringe Menge verloren ging, ergab 51,38%.

2) Direkt bestimmt durch Schmelzen mit Natriumkarbonat und Auffangen des H_2O in einem Calciumchloridrohr. Eine Bestimmung des Glühverlustes, korrigiert für die Oxydation des Mangans, ergab 4,68%.

XXXVII. Die Unterschiede zwischen Birma- und Siamrubinen.

Von

H. Michel in Wien.

(Hierzu Taf. V.)

Die Hauptmenge der im Handel befindlichen Rubine stammt aus Birma und Siam; zwischen beiden bestehen empfindliche Preisunterschiede, die zumeist in der ins bräunlich-orange spielenden Farbe des Siamrubins ihre Ursache haben. Wenn schon an der Farbe oft die beiden Fundorte einwandfrei auseinander gehalten werden können, so bietet sich in zweifelhaften Fällen durch die mikroskopische Untersuchung ein Mittel dar, eine Unterscheidung herbeizuführen. Es treten nämlich in den beiden Vorkommen verschiedene Einschlüsse auf, die durch die beigegebenen Mikrophotogramme erläutert werden sollen. Leider stand kein unzweifelhaft auf Ceylon gefundener Rubin zur Untersuchung zur Verfügung.

Schon mehrfach sind die Einschlüsse, die in den Rubinen auftreten, untersucht worden, und zwar von H. Clifton Sorby[1]), G. v. Tschermak[2]), W. Prinz[3]), A. v. Lasaulx[4]), J. W. Judd[5]) und C. Barrington Brown[6]), E. Weinschenk[7]) und einigen anderen. G. v. Tschermak beschrieb Korund von Ceylon mit Rutileinschlüssen, der sich ganz ähnlich zu verhalten scheint, wie der Rubin von Birma, wie sich zeigen wird. Es sind einmal farblose Einschlüsse enthalten, öfters rundlich, zuweilen aber in die Länge gezogen; dann entspricht ihre Längsaxe oft einer Richtung, die der Abstumpfung

---

1) Proc. Roy. Soc. London 1869, 109.

2) Mineralog. Mitt. 1878, **1**, 362. Ausz. diese Zeitsch. **4**, 224.

3) Annal. de la Soc. Belge de Microscopie 1882.

4) Diese Zeitschr. 1885, **10**, 346.

5) Mineralog. Mag. 1895, **11**, 49. Ausz. diese Zeitschr. **28**, 208.

6) Proc. Roy. Soc. London 1895, **57**, 387, und Phil. Transact. 1896, **187**, 151. Ausz. diese Zeitschr. **28**, 224; **30**, 86.

7) Diese Zeitschr. **33**, 233.

der Kante des sechsseitigen Prismas parallel geht. Auch scharf ausgebildete negative Krystalle sind anzutreffen; daneben sind häufig nette, relativ große, tetragonale Krystalle vorhanden, welche Kombination von Prisma und Pyramide gleicher Stellung zeigen. Die Längsaxen dieser Krystalle, die Tschermak als Rutil anspricht, sind den horizontalen Kanten des sechsseitigen Prismas parallel.

Höchst feine braune Netze, aus ungemein dünnen Nadeln bestehend, die den gleichen Kanten parallel sind, sind nach Tschermak gleichfalls Rutil.

W. Prinz wies darauf hin, daß im Rubin zumeist die großen Flüssigkeitseinschlüsse ganz fehlen und auch die kleinen nur in geringerer Menge vorhanden sind. Sie enthalten, soweit aus der Expansion bei Temperaturerhöhung zu entnehmen ist, nie Wasser oder wässerige Salzlösungen, sondern liquide Kohlensäure. An den eingeschlossenen Flüssigkeiten sind Krystallnadeln, kleine opake, hexagonale Tafeln und seltener tetraëdrische Kryställchen wahrzunehmen. Bei Saphir häufig auftretende, vielverzweigte, teilweise leere Röhrensysteme sind beim Rubin seltener anzutreffen, dagegen ist der Rubin reich an individualisierten Einschlüssen, wie schon Sorby erwähnt hatte. Prinz macht aus den 4 Kategorien Sorby's deren 2, nämlich: 1. Rutileinschlüsse, 2. Einschlüsse von Rubin oder Saphir.

A. v. Lasaulx sah in den von Tschermak als Rutil gedeuteten langen braunen Nadeln mit brauner Substanz erfüllte Interstitien zwischen den rhomboëdrischen Schalen, aus denen sich der Korundkrystall aufbaut; schon 1874 hatte M. Bauer[1]) gezeigt, daß die Teilbarkeit nach $(10\bar{1}1)$ keine eigentliche Spaltbarkeit ist, sondern bedingt ist durch eine infolge polysynthetischen Zwillingsbaues nach dieser Fläche schalige Zusammensetzung; je nach dem Reichtum an solchen Lamellen ist die Teilbarkeit nach den verschiedenen Rhomboëderflächen verschieden. Auch eine Teilbarkeit nach der Basis (0001) tritt auf, und Lasaulx gibt eine solche nach $(11\bar{2}0)$ an. Lasaulx erklärte durch diesen polysynthetischen Zwillingsbau auch die optischen Anomalien der Korundkrystalle. J. W. Judd fand als Absonderungsflächen des Korunds die Basis (0001), das Rhomboëder $(10\bar{1}1)$, das Prisma $(11\bar{2}0)$ und seltener Flächen rechtwinklig zu den Prismenflächen, welche durch Zwillingsbildung zustandekommen. 1884 hatte O. Mügge[2]) bemerkt, daß die Flächen $(10\bar{1}1)$ Gleitflächen sind, und die Zwillingsbildung nach dieser Fläche ein mechanisches Phänomen darstellt.

Diese Absonderungsflächen und Gleitflächen, nach denen Zwillingsbildung stattfindet, spielen bei den Rubinen von Birma insofern eine Rolle, als sich die Einschlüsse nach ihnen orientieren. Bei dem geschliffenen Material,

---

1) M. Bauer, Zeitschr. d. Deutschen geolog. Ges. 1874, **26**, 186.

2) O. Mügge, Neues Jahrb. 1884, **1**, 220; 1886, **1**, 146, Ausz. diese Zeitschr. **10**, 298; **13**, 309.

das dem Verf. zur Verfügung stand, läßt sich leider nicht entscheiden, ob die Einschlüsse parallel den Kanten zwischen (0001) : (11$\bar{2}$0) liegen, wie dies Lasaulx für den Korund von Ceylon angibt, oder parallel den Kanten zwischen (0001) : (10$\bar{1}$1), wie dies beim Rubin von Miask nach Lasaulx der Fall ist. Da beide Flächen, sowohl (10$\bar{1}$1) wie auch (11$\bar{2}$0), Absonderungsflächen sind, ist eine Einlagerung von Einschlüssen nach ihnen sehr natürlich. In der Richtung der optischen Axe betrachtet, zeigt sich bei den meisten Birmarubinen, namentlich bei größeren Steinen, ein System von sich unter 60° schneidenden langen, äußerst zarten Nädelchen, die wohl Rutil sind. Die Lichtbrechung dieser Gebilde ist so hoch, daß dieselben ganz schwarz erscheinen und ihre Doppelbrechung nicht zur Geltung kommen kann. Stets ist die Orientierung der Nädelchen im ganzen Stein dieselbe; auch durch die Zwillingslamellen, die häufig auftreten, setzen die Nadeln in derselben Richtung durch. Naturgemäß ändern sich die Winkel beim Betrachten in anderen Richtungen; es ist aber festzustellen, daß die Nädelchen parallel der Basis eingelagert sind. Fig. 1 läßt solche Nädelchen erkennen.

Außer diesen feinen Nädelchen treten noch gröbere Rutileinschlüsse auf, die die Krystallform des Prismas erkennen lassen, die Kombination eines stark horizontal gerieften Prismas mit einer Pyramide darstellen und meist in Reihen geordnet sind, wie dies Fig. 2 zeigt.

Seltener sind röhrenförmige, ungleichmäßig krumm verlaufende Hohlräume zu bemerken, die stellenweise anscheinend ganz mit Flüssigkeit gefüllt sind, stellenweise in der Mitte leer erscheinen und mit Gas angefüllt sind. Die Lichtbrechung dieser an Leinenfasern erinnernden Gebilde ist kleiner als die des Rubines, jedoch nicht viel, sodaß diese Gebilde äußerst zart aussehen.

Ebenso selten wie die letztere Kategorie treten schwach lichtbrechende Flüssigkeitseinschlüsse auf, welche bisweilen die Form des Wirtes haben oder aber unregelmäßig begrenzt sind.

Im Gegensatz zu diesen Einschlüssen beobachtet man nun im Siamrubin ganz merkwürdige Gebilde, während die für die Birmarubine charakteristischen Einschlüsse nahezu ganz fehlen. Es treten dünne, dafür breiter ausgedehnte Hohlräume auf, welche vielfach bereits äußerlich geradlinige Umgrenzung zeigen oder aber vollkommen regellos umgrenzt erscheinen. Nahezu immer aber sind im Innern zarte, meist sechsseitig umgrenzte Täfelchen zu sehen, die einander parallel sind und zwischen denen verschieden breite Kanäle hinziehen, die mit Flüssigkeit gefüllt sind; randlich sind diese Flüssigkeitskanäle und die dazwischen liegenden Räume ganz unregelmäßig gekrümmt und das namentlich dann, wenn die äußere Umgrenzung unregelmäßig gebogen verläuft. Fig. 3 und Fig. 4 zeigen derartige Gebilde. Die Flüssigkeitskanäle sind schwächer lichtbrechend als der

Rubin und schwächer lichtbrechend als die dazwischen liegenden Täfelchen, die wohl auch Rubin sind. Entweder haben diese Gebilde schon von vornherein in der Mitte die Form negativer Krystalle besessen, oder es hat in dem mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum noch Krystallisation stattgefunden, welche in der Mitte der Gebilde zu regelmäßig umgrenzten, parallel orientierten Kryställchen geführt hat, während randlich sich unregelmäßig umgrenzte Partien ausscheiden. Die Täfelchen im Innern sind manchmal wie Schneekrystalle miteinander verbunden. Immer sitzen bei derartigen äußerst zarten und bei starker Abblendung sichtbaren Hohlräumen eine oder mehrere Blasen, die stark umgrenzt sind, meist rundliche Form besitzen und mit Gas oder einer von der Ausfüllung der zarten Kanäle verschiedenen Flüssigkeit erfüllt sind. Auf der einen Fig. 3 ist außerdem noch eine größere, merkwürdig gestreifte Blase zu bemerken, die wohl nur etwas flacher ist und deshalb lichter erscheint.

Niemals tritt ein ähnlicher Einschluß in einem Birmarubin auf, wie umgekehrt hier die Rutilnadeln fehlen. Außerdem zeigt der Siamrubin noch reichlichere Flüssigkeitseinschlüsse, die häufig ganze Fahnen bilden und in Reihen geordnet sind (siehe Fig. 5).

Des weiteren scheinen bei den Siamrubinen die Zwillingsbildungen häufiger und die einzelnen Lamellen dünner und zahlreicher zu sein. Dies alles steht wohl im Zusammenhange mit der Bildung dieser Rubine. Während man von den Birmarubinen nach den Arbeiten M. Bauer's[1]), Noetling's[2]), Browns und Judd's[3]) sowie J. Tanatar's[4]) weiß, daß sie im krystallinen Kalk auftreten, der nach Noetling, Bauer, Tanatar ein karbonischer, durch Kontakt mit granitischen Gesteinen metamorpher Kalk (Marmor) ist, während Brown und Judd den Kalk als Einlagerung in krystallinen Schiefern betrachten, weiß man von dem Muttergestein des Rubins von Siam nichts. Zwar wird vielfach angegeben, daß auch in Siam Kalke vorkommen, in denen der Rubin auftreten könnte, aber sicheres ist darüber nicht bekannt geworden.

Henry Louis (Mineralog. Mag. **10**, Nr. 48, 267[5])) gibt als Ursprungsgestein der Rubine von Siam ein Gestein »Trap« an, das teilweise in einen braunen Ton verwandelt sei. Bei den Birmarubinen ist eine Entstehung im krystallinen Kalk durch Kontaktmetamorphose aus Verunreinigungen, die dem Kalke beigemengt waren, sehr wahrscheinlich gemacht worden, namentlich durch die Untersuchung J. Tanatar's, der die ganze Mineralaggregation in dem krystallinen Kalke prüfte. Für die Rubine von Siam wäre nach

1) Neues Jahrb. 1896, **2**, 197. Ausz. diese Zeitschr. **30**, 509.
2) Report on the Name Seka Ruby mine in the Mainglon State Rangoon 1891.
3) l. c.
4) Zeitschr. f. prakt. Geologie 1907, **15**, 376. Ausz. diese Zeitschr. **47**, 201.
5) Ausz. diese Zeitschr. **27**, 106.

den völlig verschiedenen Einschlüssen eine andere Entstehung zu erwarten, möglicherweise sind die in Siam auftretenden Kalke krystallinen Schiefern eingelagert, wie dies für Birma von Brown und Judd behauptet wurde, aber als widerlegt gelten darf. Jedenfalls weist der Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen und den oben beschriebenen Gebilden eher auf eine Bildung unter Bedingungen hin, die bei der Metamorphose zu krystallinen Schiefern zu erwarten sind. So lange keine Beobachtungen in der Natur angestellt werden können, kann eine Entscheidung nicht getroffen werden.

Nach A. Lasaulx scheinen die in vulkanischen Gesteinen gefundenen Korundkrystalle einen regelmäßigeren Bau zu besitzen, als die in älteren krystallinen Gesteinen gefundenen. Das häufigere Auftreten von Zwillingsbildungen weist also auch auf eine Bildung in krystallinen Schiefern hin.

Der Unterschied in der Färbung rührt wohl von einer Beimengung von Eisen her, der den Birmarubinen zu fehlen scheint. Die Analysen von Pfeil[1]) geben zwar für Birma- wie für Siamrubine einen Gehalt an Fe_2O_3 in der Höhe von ungefähr 1 %, an, doch scheint das Färbemittel des Birmarubins hauptsächlich Chrom zu sein, das bei diesen Analysen nicht gesucht wurde. Wenigstens ist bei der künstlichen Darstellung des Rubins die Erfahrung gemacht worden, daß das Ausgangsprodukt absolut eisenfrei sein muß, um jene bräunlich-orangerote Färbung zu vermeiden, die bei den Siamrubinen auftritt. Nur durch Zusatz von reinem Chromoxyd wird die reinrote Farbe erreicht. Der Unterschied im Färbemittel äußert sich stark in der Luminescenz im ultravioletten Licht, worauf zuerst der Pariser Juwelier Chaumet[2]) aufmerksam machte. Während Birmarubine ein starkes, reinrotes Fluorescenzlicht aussenden, bleiben die Siamrubine dunkler und strahlen ein mehr graurotes, düsteres Licht aus. Allerdings wechselt die Deutlichkeit dieser Erscheinung in weiten Grenzen und Chaumet unterscheidet mehrere Klassen von Fluorescenz, in die die Steine eingereiht werden können. Auch der Pleochroismus ist etwas abweichend; bei Birmarubinen erhält man reinrot und gelblichrot, bei Rubinen von Siam dagegen mehr bräunliche Töne.

Alle diese Merkmale lassen wohl eine sichere Entscheidung zu, ob Siam- oder Birmasteine vorliegen; es steht zu erwarten, daß sich weitere Unterschiede durch Untersuchung der Luminescenzerscheinungen bei verschiedenen Strahlenarten finden lassen werden.

1) R. Pfeil, Centralbl. f. Min. 1902, 145.

2) A. Chaumet, Compt. rend. 1902, **134**, 1139. Ausz. diese Zeitschr. **39**, 207.

XXXVIII. Künstliche Phenakitkrystalle.

Von

H. Michel in Wien.

Vor kurzem gelang es Herrn Hofrat C. Doelter[1]), Phenakitkryställchen aus dem Schmelzflusse künstlich zu erhalten. Für die Überlassung der näheren Beschreibung dieser Kryställchen erlaube ich mir, meinem hochverehrten Lehrer ergebenst zu danken.

Der Phenakit ist in scharf begrenzten, säuligen Kryställchen vorhanden, die das Vorherrschen der Prismenfläche erkennen lassen. Wahrscheinlich sind Prisma I. Art und II. Art ($10\bar{1}0$ und $11\bar{2}0$) vorhanden, weil für den inneren Winkel zwischen Prisma und dem überwiegend auftretenden Rhomboëder $p(11\bar{2}3)$ Werte zwischen 110^0 bis 114^0 gefunden wurden. Der Winkel zwischen ($10\bar{1}0$) und ($11\bar{2}3$) berechnet sich zu $110^0 26'$, der Winkel zwischen ($11\bar{2}0$) und ($11\bar{2}3$) zu $113^0 47'$. (Die Fläche p heißt bei Goldschmidt, Index und Winkeltabellen, π, ihre Poldistanz beträgt $23^0 47'$.)

An der Begrenzung der Krystalle beteiligen sich sonst keine weiteren meßbaren Flächen. Es scheint ein zweites steileres Rhomboëder vorzukommen. Daß die vorliegenden Kryställchen mit Phenakit identisch sind, beweist ihr optisches Verhalten. Sie besitzen gerade Auslöschung, γ' in der Längsrichtung, sind optisch einaxig, positiv, die Brechungsquotienten ergaben sich nach der Becke'schen Immersionsmethode mit $\gamma = 1{,}668$, $\alpha = 1{,}654$, daher $\gamma - \alpha = 0{,}014$ für weißes Licht.

Wenn schon der säulenförmige Habitus der Krystalle merkwürdig ist, der an die Vorkommen aus dem Kisitwi-Gebirge in Deutsch-Ostafrika, beschrieben von L. J. Spencer[2]), sowie an die norwegischen Vorkommen von Kammerfosselv und Kragerö, beschrieben von W. C. Brögger[3]) erinnert, so fallen umsomehr zwillingsartige Gebilde auf, die des öfteren wiederkehren, und zwar mit konstanten Winkeln, sodaß tatsächlich Zwillingsbildung vorzuliegen scheint. Und zwar lassen sich zwei Typen erkennen:

---

1) Sitzungsber. d. Wiener Akademie Nr. 122, **1**, 4.

2) L. J. Spencer, Mineralog. Mag. 1906, **14**, 178. Ausz. diese Zeitschr. **45**, 292.

3) C. W. Brögger, diese Zeitschr. **42**, 420.

Einmal sind zwei Individuen mit Winkeln von nahezu 120°, bzw. 60°, zwischen den Prismenflächen und Hauptaxen durcheinander gewachsen. Die Durchwachsung erfolgt stets sehr regelmäßig, der Anteil beider Individuen an der Durchwachsungsstelle ist ziemlich gleich groß. Die beiden Individuen zeigen im Konoskop das Bild der optischen Normalen annähernd in der Mitte des Gesichtsfeldes.

Eine sichere Deutung dieser Verzwilligung ist nicht möglich gewesen, weil die Kryställchen so klein sind, daß sie nur mit der stärksten Vergrößerung beobachtet werden können. Eine Fläche l mit den Indices nach Bravais $(\bar{4}\bar{1}56)$, gerechnet nach dem Goldschmidt'schen Symbol $(-\frac{2}{3}\frac{1}{6})$ für G_1, hat eine Poldistanz von 30° 14′.

Häufiger treten Durchwachsungen auf, welche einen Winkel von 91—95° zwischen den Prismenflächen und den Hauptaxen zeigen. Das Rhomboëderdach schließt Winkel von 112° mit der Prismenfläche ein.

Das eine Individuum ist so getroffen, daß die optische Normale senkrecht austritt, das andere dagegen so, daß sich das Bild eines schief zur Axe getroffenen einaxigen Krystalles ergibt. Das erstere Individuum liegt mit einer Prismenfläche auf, das zweite ist dagegen geneigt. Eine Fläche e, die nach Bravais die Indices $(\bar{2}\bar{1}32)$ hat, besitzt eine Poldistanz von 45° 17′. Diese Fläche e ist ident mit der Fläche x, die u. a. F. Slavík[1]) und V. Goldschmidt und R. Schroeder[2]) an dem brasilianischen Phenakit gefunden haben. Alle Indices gelten für die Aufstellung G_1.

So unwahrscheinlich von vornherein das Auftreten von Zwillingen beim Phenakit ist, so scheinen doch Zwillinge vorzuliegen, weil sich diese Gebilde zu oft und stets mit denselben Winkeln zeigten, als daß sie als zufällige Verwachsungen gedeutet werden könnten.

Diese künstlichen Phenakitkryställchen wurden durch Sinterung erhalten bei Temperaturen, die ungefähr 1200—1300° betrugen; eine Schmelze im engeren Sinne des Wortes wurde nicht erzielt. Es ist nicht uninteressant, daß die aus Pegmatiten stammenden norwegischen Vorkommen gleichfalls den säuligen Typus zeigen, während die in Hohlräumen wahrscheinlich aus heißen Lösungen gebildeten Krystalle den flach-rhomboëdrischen Typus zeigen. Hautefeuille und Perry haben beobachtet, daß die von ihnen bei 600° erhaltenen Kryställchen das Rhomboëder als die vorherrschende Form zeigten, während an den bei 700° gebildeten Kryställchen das Prisma vorherrschte. Leider ließ die Kleinheit der Kryställchen eine sichere Deutung der Verhältnisse nicht zu. Vielleicht gelingt es, größere Krystalle zu erhalten, die eine Entscheidung gestatten.

---

1) F. Slavík, Bull. intern. de l'Acad. d. Sc. de Bohème 1909. Ausz. diese Zeitschrift **50**, 647.

2) V. Goldschmidt und R. Schroeder, diese Zeitschr. **46**, 463.

XXXIX. Über Baryt aus der Grube Ronna bei Kladno.

Von

B. Ježek in Prag.

(Mit 3 Textfiguren.)

Die Baryte aus dem Karbon der Umgebung von Kladno in Böhmen sind von Helmhacker[1]), Prchlík[2]) und Slavík[3]) untersucht worden. Slavík hat auch Barytkrystalle aus der Grube Ronna gemessen und auf ihnen die Formen:

$c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $\lambda\{210\}$, $\eta\{320\}$, $m\{110\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$, $d\{102\}$, $u\{101\}$, $y\{122\}$

sichergestellt und außerdem in der Zone $[011]:[110]$ zwei nicht genau bestimmbare Brachypyramiden gefunden, welche den Formen $s\{132\}$ und $\Theta\{176\}$ nahe liegen.

Die Unterlage der Krystalle, deren Untersuchung ich in weiterem anführe, ist ein dunkelgrauer, harter und fester *Sphärosiderit* von der Dichte 3,3, welcher in einer 10%igen Salzsäure aufgelöst, 25,3% eines unlöslichen Rückstandes hinterließ. Dieser Sphärosiderit ist auf der freien Oberfläche und auf den Spalten mit einer gelben bis braungelben dünnen Lage von kleinen undeutlichen *Sideritkrystallen* überkrustet, auf welcher folgende Minerale aufgewachsen sind: sehr kleine wasserhelle Rhomboëder von *Ankerit*, fast schwarze, manchmal bis 2 mm große *Sphaleritkrystalle*, hie und da kleine *Chalkopyritkryställchen*, seltener *Whewellit*, und am häufigsten

---

1) Über Baryte des eisensteinführenden böhmischen Untersilurs sowie der Steinkohlenformation, Abh. Akad. Wien 1872.

2) Příspěvek k morfologii českých barytů, Věst. král. česk. spol. nauk 1902, čís. XLVII. (Beitrag zur Morphologie der böhm. Baryte, Verh. Böhm. Ges. Wiss. Prag 1902, Nr. XLVII.) Ausz. diese Zeitschr. **39**, 401.

3) O některých barytech z karbonu kladenského, Rozpravy České Akademie, 1909, tř. II., čís. 29. Ausz. diese Zeitschr. **50**, 640.

die auch verhältnismäßig größten *Barytkrystalle.* Der Baryt schließt oft Krystalle des Sphalerits und des Chalkopyrits ein.

Die Barytkrystalle waren gewöhnlich nicht groß, die größten $10 \cdot 5 \cdot 2$ mm. Die Teile, mit welchen sie angewachsen waren, sind grau und trüb, die freien Partien dagegen ganz klar und vielflächig. Der Habitus aller Krystalle ist gleich, alle sind nach $c(001)$ tafelig und dabei immer in der Richtung der makrodiagonalen Axe verlängert. Typisch ist die große Zahl der Pyramiden, unter welchen besonders die Zone der Grundpyramiden und der Brachypyramiden $[001]:[120]$ durch zahlreiche und große Flächen vertreten ist.

Durch die zweikreisige Messung wurden zusammen folgende 30 Formen sichergestellt:

$b\{010\}\ 0\infty$, $c\{001\}\ 0$, $a\{100\}\ \infty 0$, $m\{110\}\ \infty$,
$n\{120\}\ \infty 2$, $w\{106\}\ \frac{1}{6}0$, $l\{104\}\ \frac{1}{4}0$, $d\{102\}\ \frac{1}{2}0$,
$u\{101\}\ 10$, $Y\{023\}\ 0\frac{2}{3}$, $o\{011\}\ 01$, $i\{021\}\ 02$,
$\delta\{414\}\ 1\frac{1}{4}$, $\gamma\{312\}\ \frac{3}{2}\frac{1}{2}$, $\Delta\{524\}\ \frac{5}{4}\frac{1}{2}$, $*\Delta_2\{522\}\ \frac{5}{2}1$,
$\lambda_3\{214\}\ \frac{1}{2}\frac{1}{4}$, $m_1\{211\}\ 21$, $*\tau_2\{328\}\ \frac{3}{8}\frac{1}{4}$, $f\{113\}\ \frac{1}{3}$,
$r\{112\}\ \frac{1}{2}$, $z\{111\}\ 1$, $*\mu_4\{126\}\ \frac{1}{6}\frac{1}{3}$, $\mu\{124\}\ \frac{1}{4}\frac{1}{2}$,
$y\{122\}\ \frac{1}{2}1$, $t\{364\}\ \frac{3}{4}\frac{3}{2}$, $\xi\{142\}\ \frac{1}{2}2$, $*W_2\{158\}\ \frac{1}{8}\frac{5}{8}$,
$*\Theta_3\{2.15.9\}\ \frac{2}{9}\frac{5}{3}$, $*Y_6\{185\}\ \frac{1}{5}\frac{8}{5}$.

Von diesen:

1. sind für Baryt neu die mit einem Sternchen bezeichneten Formen:

   $*\Delta_2\{522\}\ \frac{5}{2}1$, $*\tau_2\{328\}\ \frac{3}{8}\frac{1}{4}$, $*\mu_4\{126\}\ \frac{1}{6}\frac{1}{3}$,
   $*W_2\{158\}\ \frac{1}{8}\frac{5}{8}$, $*\Theta_3\{2.15.9\}\ \frac{2}{9}\frac{5}{3}$, $*Y_6\{185\}\ \frac{1}{5}\frac{8}{5}$;

2. ist die Pyramide Artěmjev's $\lambda_3\{214\}$, welche bis jetzt als sehr unsicher betrachtet wurde und aus diesem Grunde z. B. auch in der neuesten Übersicht von Goldschmidt[1]) fehlt, hier durch Messungen ganz gesichert;

3. führt Goldschmidt in der zitierten Übersicht unter den »*seltenen und unsicheren*« die Formen: $\Delta\{524\}$, $m_1\{211\}$, $t\{364\}$ an;

4. sind am Baryt die folgenden die gewöhnlichsten:

   $b, c, a, m, n, w, l, d, u, Y, o, i, \delta, \gamma, f, r, z, \mu, y, \xi$.

Die acht gemessenen Krystalle waren Kombinationen:

1. $b\ c\ a\ m\ n\ d\ o\ \Delta_2\ \lambda_3\ m_1\ f\ r\ z\ \mu_4\ \mu\ y\ \xi$ (Fig. 1).
2. $b\ c\ a\ m\ n\ l\ d\ o\ f\ r\ z\ \mu_4\ \mu\ y\ \xi\ W_2\ \Theta_3$.
3. $c\ a\ m\ n\ l\ d\ u\ Y\ o\ i\ \lambda_3\ f\ z\ \mu_4\ \mu\ y\ \xi\ Y_6$.
4. $c\ a\ m\ n\ d\ u\ Y\ o\ i\ \Delta\ f\ z\ y\ \xi\ Y_6$.
5. $c\ a\ m\ n\ d\ u\ o\ \delta\ \gamma\ \Delta_2\ m_1\ z\ \mu_4\ y\ \xi\ \Theta_3\ Y_6$.

---

1) V. Goldschmidt, Atlas der Krystallformen, 1913, 1, Text, 141—170.

6. $c\ m\ d\ o\ \Delta_2\ \lambda_3\ m_1\ f\ r\ z\ \mu_4\ \mu\ y\ \xi\ Y_6$.
7. $b\ c\ a\ m\ n\ l\ d\ o\ f\ r\ z\ \mu_4\ \mu\ y\ \xi\ W_2$ (Fig. 2).
8. $c\ a\ m\ n\ w\ l\ d\ u\ o\ \tau_2\ f\ z\ \mu_4\ \mu\ y$ t $\xi\ Y_6$ (Fig. 3).

Fig. 1. Fig. 2.

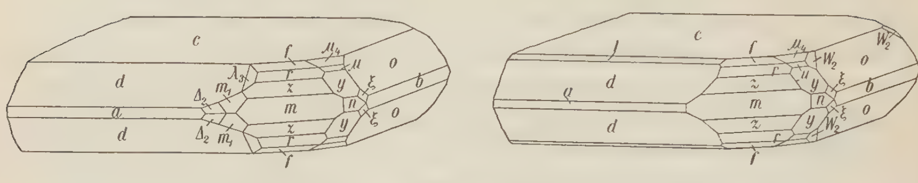
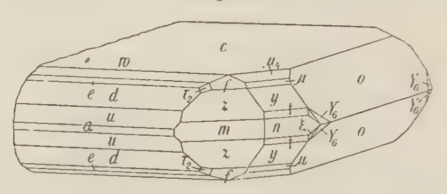


Fig. 3.



Es ist die anerkannteste Aufstellung von Hauy-Miller gewählt worden, bei welcher die Spaltflächen $c = \{001\}$ und $m = \{110\}$ sind, und die theoretischen Werte der Winkel wurden aus dem in Goldschmidt's [1]) *Winkeltabellen* angeführten Axenverhältnis berechnet:

0,8152 : 1 : 1,3136.

Neue Formen.

$\Delta_2 \{522\} \frac{5}{2} 1$. Diese neue Makropyramide wurde auf drei Krystallen beobachtet. Sechs Flächen reflektierten das Signal vorzüglich, ihre Positionswinkel sind:

	φ	ϱ
Mittel aus 6 Messungen:	72° 00′	76° 41′
Berechnet:	71 57	76 43

Die Übereinstimmung der gemessenen Werte mit den berechneten ist also sehr gut, sodaß man diese zwar ziemlich seltene Form für gesichert halten muß. Vorzüglich ist auch ihre Stellung in der Zone [100]:[011], $q = 1$, in welcher mit ihr und den unsicheren zusammen 22 Barytformen liegen. Im Zonenstück [111]:[100] ist:

[111]:[100], $q = 1$.

Signatur =	z	γ_1	m_1	Δ_2	ω	a
Miller =	{111}	{322}	{211}	{522}	{611}	{100}
pq =	1	$\frac{3}{2}$ 1	21	$\frac{5}{2}$ 1	61	∞ 0
p =	1	$\frac{3}{2}$	2	$\frac{5}{2}$	6	∞

1) V. Goldschmidt, Winkeltabellen, 1897, 60.

Nur die Zahl 6, welche der Pyramide {611} entspricht, ist hier auffallend.

τ_2 {328} $\frac{3}{8}\frac{1}{4}$. Ist eine neue Makropyramide, welche nur an einem einzigen Krystall gefunden wurde (Nr. 8, Fig. 3). Es konnten drei ihrer Flächen gemessen werden, die zwar sehr klein, aber scharf begrenzt waren und vorzüglich reflektierten. Sie ist nicht nur durch die Messungen, sondern auch durch tadellose Lage in der Zone [102]:[328]:[113]:[124] gesichert, welche Zone mit allen angeführten Flächen am Krystall ausgebildet war.

	φ	ϱ
Mittel aus 3 Messungen:	61° 28½′	34° 34½′
Berechnet:	61 28	34 30½

Auch die Diskussion in der Zone weist auf eine sichere Form hin:

Zone [102]:[011], $2p + q = 1$:

Signatur =	d	τ_2	f	μ	o
Miller =	{102}	{328}	{113}	{124}	{011}
pq =	$\frac{1}{2}$ 0	$\frac{3}{8}\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}\frac{1}{2}$	01
p =	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	0
$2p$ =	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0
$\frac{v}{1-v}$ =	∞	3	2	1	0

μ_4 {126} $\frac{1}{6}\frac{1}{3}$ ist eine schon von Slavík im Jahre 1911 an Barytkrystallen von Pcher bei Kladno gefundene, aber noch nicht publizierte Brachypyramide. Als Autor dieser Form ist also Slavík (1911) und als erstes Vorkommen Pcher bei Kladno anzuführen. Die Signatur μ_4 gab ich dieser Form, nachdem ich sie am Baryt von Ronna gefunden habe, ohne noch die Messungen Slavík's zu kennen, welcher übrigens in seinem Messungsprotokolle keine Signatur vorgeschlagen hat. Mit Bewilligung des Autors führe ich hier auch die Messungen Slavík's an. An den Barytkrystallen von Pcher war sie mit drei Flächen vorhanden, an einem Krystall war sie in der Zone [001]:[120] durch die größte Fläche dieser Zone vertreten.

μ_4 {120} am Baryt von Pcher mit einem einkreisigen Goniometer von Slavík gemessen:

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
μ_4 (126) : d (102) =	32° 29′	32° 34½′	2
: μ_4 (1$\bar{2}$6)	56 59	57 6	2
: o (011)	32 5	31 55½	2
: t_1 (031)	53 28½	53 24	2
: μ_4 ($\bar{1}$26)	27 39	27 38	2
: y (122)	29 44	29 50	3

An den Krystallen von Ronna ist diese Pyramide sehr häufig in der hier wichtigen Zone [$c:n$], in welcher dann zusammen sechs Formen vor-

handen sind: c, μ_4, μ, y, t, n. Ich habe sie an sieben von den acht gemessenen Krystallen gefunden und konnte die Positionswinkel von 23 ihrer Flächen bestimmen. Die Übereinstimmung der Messungen mit den theoretischen Werten ist sehr gut, wie die Übersicht der Messungen von 10 Flächen zeigt:

	φ	ϱ
Mittel aus 10 Messungen:	31°34′	27°12′
Berechnet:	31 32	27 $10\frac{1}{2}$

Was die Diskussion der Symbole dieser Pyramide in Zonen anbelangt, ist ihre Lage in zwei Reihen tadellos:

Zone [106] : [010], $p = \frac{1}{6}$.

Signatur =	w	P	μ_4	ι	F	ψ	ϑ	b
Miller =	{106}	{116}	{126}	{136}	{146}	{166}	{176}	{010}
pq =	$\frac{1}{6}\,0$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}\,\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}\,\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}\,\frac{2}{3}$	$\frac{1}{6}\,1$	$\frac{1}{6}\,\frac{7}{6}$	$0\,\infty$
q =	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{7}{6}$	∞
$3q$ =	0	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{3}{2}$	2	3	$\frac{7}{2}$	∞

Zone [102]:[012], $2p + 2q = 1$.

Signatur =	d	q	μ_4	φ	F	y
Miller =	{102}	{114}	{126}	{012}	{$\bar{1}$46}	{$\bar{1}$22}
pq =	$\frac{1}{2}\,0$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}\,\frac{1}{3}$	$0\,\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}\,\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}\,1$
q =	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1
$\frac{v}{1-v}$ =	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	$\infty = N_3$.

Die Pyramide $\mu_4\{126\}$ ist also als eine ganz sichere Form zu betrachten, und man sollte sie sogar in das Verzeichnis der häufigeren Formen aufnehmen.

$W_2\{158\}\,\frac{1}{8}\,\frac{5}{8}$. Nur an einem Krystall mit zwei guten, ebenen und scharf begrenzten Flächen vorhanden. Eine Fläche hat vorzüglich, die andere noch recht gut reflektiert. Die Messung stimmt mit der Rechnung noch gut überein.

	φ	ϱ
Gemessen:	13°26′	40°30′
Berechnet:	13 47	40 12

$Y_6\{185\}\,\frac{1}{5}\,\frac{8}{5}$ war an fünf Krystallen zusammen mit 16 Flächen entwickelt. Die Flächen waren gewöhnlich nur sehr klein und dabei manchmal auch nicht ganz scharf begrenzt. Dennoch ist die Übereinstimmung der gemessenen Werte mit den theoretischen noch ganz gut bei Flächen, welche ein einheitliches Signal reflektierten.

	φ	ϱ
Mittel aus 6 Messungen:	8°42′	64°45′
Berechnet:	8 43	64 49

$\Theta_3\{2.15.9\}\frac{2}{9}\frac{5}{3}$ ist gewiß nur eine vizinale, der vorerwähnten sehr nahe Form, mit welcher sie aber auch zusammen vorkommt. An zwei Krystallen wurden 4 gute Flächen gemessen:

	φ	ϱ
Gemessen:	9°56′	66°39′
Berechnet:	9 56½	66 47½

Unsichere oder seltenere Formen.

$\lambda_3\{214\}\frac{1}{2}\frac{1}{4}$. Diese Pyramide führt schon Artěmjev[1]) am Baryt von Polovčinov als unsicher an. Er konnte nicht genau feststellen, ob ihr das erwähnte Symbol oder vielleicht {20.9.40} zukommt. Seine Signatur λ_2 hat Prchlík[2]) in λ_3 umgeändert, weil die erstere schon 1888 Düsing für {13.7.0} nahm. Prchlík führt diese Form in den Ergänzungen an. Henglein[3]) hat sie in seinem Verzeichnis nicht erwähnt, ebenso Goldschmidt[4]), welcher aber das Weglassen in der Anmerkung begründet.

Am Baryt von Ronna habe ich diese Form mit gut meßbaren Flächen an drei Krystallen gefunden. Auf anderen waren ihre Flächen unvollkommen, besonders zylindrisch gerundet. Die Axe der Rundung ist parallel mit der Axe der Zone [102]:[010], und es wird eine ganze Reihe von Signalen zwischen den Signalen der Formen d und $r\{112\}$ reflektiert.

Die Mitte aus 6 Messungen der nicht gerundeten Flächen stimmt fast genau mit den berechneten Werten überein:

	φ	ϱ
Gemessen:	67°56′	41°1′
Berechnet:	67 49	41 1

Diese Pyramide kann man jetzt also als eine gesicherte, obzwar nicht typische Form betrachten.

$m_1\{211\}$ wurde 1837 von Presl für den Baryt vom Giftberge und Mies in Böhmen angeführt und mit φ signiert. Ich habe die Signatur von Samojlov (1902) angenommen und diese Pyramide auf drei Krystallen mit 4 recht guten Flächen gefunden.

	φ	ϱ
Gemessen:	67°57′	73°54′
Berechnet:	67 49	73 55

1) Bull. de la soc. natur. de Moscou 1904, 364—65. Diese Zeitschr. 1907, **43**, 73.

2) A. Prchlík, O morfologii českých barytů, Příbram 1907, **2**, 14.

3) M. Henglein, Krystallographische Beiträge zur Kenntnis der Schwerspäte des Freiberger Bergreviers, N. Jahrb. 1911, Bl.-B. **32**.

4) V. Goldschmidt, Atlas der Krystallformen, Text, **1**, 149.

Nach Presl ist diese Form von niemand gefunden worden, und es stimmt auch bei Presl das Symbol nicht mit der gezeichneten Fläche. Durch obige Messungen scheint sie gesichert zu sein.

J{524} von Schrauf (1871) am jüngeren Baryt von Příbram beobachtet, fand ich nur in einer einzigen Fläche mit folgenden Winkeln:

	φ	ϱ
Gemessen:	72° 12′	64° 28′
Berechnet:	72 56	64 44

t{364}. Diese Pyramide der Zone [120]:[001], welche hier immer sehr typisch ausgebildet ist, habe ich nur auf einem Krystall gefunden, obzwar die übrigen Formen dieser Zone an keinem Krystall fehlten. Sie wurde durch Messungen in dieser Zone und die Positionswinkel zweier Flächen bestimmt.

	φ	ϱ
Gemessen:	31° 32′	66° 39′
Berechnet:	31 31	66 36

Die chemische Analyse des Baryts von Ronna wurde von Herrn Dr. E. Skarnitzl in Prag ausgeführt. Qualitativ wurde in Spuren auch *Fe* und *Mg* gefunden.

Baryt von Ronna:		Theoretisch:	
BaO	64,27 % . . .	BaO	65,70 %
CaO	1,62 . . .	SO_3	34,32
SO_3	33,93		100 %
	99,82 %		

Übersicht der Messungen.

Nr.	Signatur	Miller	Gdt.	Zahl der Messgn.	φ Gemessen	φ Berechn.	ϱ Gemessen	ϱ Berechn.
1	*b*	010	0∞	6	0° 00′	0° 00′	90° 90′	90 00
2	*c*	001	0	16	0 00	0 00	0 00	0 00
3	*a*	100	∞0	14	90 00	90 00	90 00	90 00
4	*m*	110	∞	16	50 49	50 49	90 00	90 00
5	*n*	120	∞2	14	31 32	31 31	90 00	90 00
6	*w*	106	$\frac{1}{6}$0	4	90 00	90 00	15 06	15 02
7	*l*	104	$\frac{1}{4}$0	4	90 00	90 00	22 01	21 56
8	*d*	102	$\frac{1}{2}$0	20	90 00	90 00	38 52	38 51
9	*u*	101	10	2	90 00	90 00	58 15	58 10

Nr.	Signatur	Miller	Gdt.	Zahl der Messgn.	φ Gemessen	φ Berechn.	ϱ Gemessen	ϱ Berechn.
10	Υ	023	$0\,\frac{2}{3}$	4	0°00′	0°00′	41°09′	41°12′
11	o	011	0 1	16	0 00	0 00	52 43½	52 43
12	i	021	0 2	4	0 00	0 00	69 15	69 10
13	δ	414	$1\,\frac{1}{4}$	2	78 05	78 29	58 48	58 42
14	γ	312	$\frac{3}{2}\,\frac{1}{2}$	2	74 21	74 48	68 10	68 17
15	Δ	524	$\frac{5}{4}\,\frac{1}{2}$	1	72 12	71 56	64 28	64 44
16	Δ_2	522	$\frac{5}{2}\,1$	6	72 00	71 57	76 41	76 43
17	λ_3	214	$\frac{1}{2}\,\frac{1}{4}$	6	67 56	67 49	41 01	41 01
18	m_1	211	2 1	4	67 57	67 49	73 54	73 55
19	τ_2	328	$\frac{3}{8}\,\frac{1}{4}$	3	61 28½	61 28	34 34½	34 30½
20	f	113	$\frac{1}{3}$	10	50 51	50 49	34 42	34 43
21	r	112	$\frac{1}{2}$	4	50 54	50 49	46 08	46 06
22	z	111	1	16	50 50	50 49	64 20	64 18
23	μ_4	126	$\frac{1}{6}\,\frac{1}{3}$	10	31 34	31 31	27 12	27 10½
24	μ	124	$\frac{1}{4}\,\frac{1}{2}$	6	31 35	31 31	37 37	37 37
25	y	122	$\frac{1}{2}\,1$	8	31 31	31 31	57 00	57 01
26	t	364	$\frac{3}{4}\,\frac{3}{2}$	2	31 32	31 31	66 39	66 36
27	ξ	142	$\frac{1}{2}\,2$	9	17 02	17 03	70 02	70 00
28	W_2	158	$\frac{1}{8}\,\frac{5}{8}$	2	13 25½	13 47	40 30	40 12
29	Θ_3	2.15.9	$\frac{2}{9}\,\frac{5}{3}$	4	9 56	9 56½	66 39	66 47½
30	Y_6	185	$\frac{1}{5}\,\frac{8}{5}$	6	8 42	8 43	64 45	64 49

XL. Eine Hilfsvorrichtung zum Absuchen des Krystalles bei zweikreisiger Messung.

Von

B. Ježek in Prag.

(Mit 2 Textfiguren.)

Zweck. Einer der Vorteile der zweikreisigen Methode ist, daß ein einmal richtig am Goniometer orientierter Krystall in seiner ganzen Hälfte ohne Umkleben durchgemessen werden kann. Bei sehr flächenreichen Krystallen können unter Umständen kleine und außerhalb der gewöhnlichen Zonen liegende Flächen der Aufmerksamkeit entgehen, also nicht gemessen werden. Bei der zweikreisigen Messung kann man diese Gefahr durch sorgfältiges Absuchen des Krystalles am Goniometer viel leichter beseitigen, als bei der einkreisigen Messung, wo das Absuchen meist nur mit der Lupe und aus freier Hand geschieht.

Die hier beschriebene einfache Vorrichtung, welche für jedes zweikreisige Goniometer in etwas modifizierter Ausführung[1]) leicht verfertigt werden kann, ermöglicht ein systematisches und sehr schnelles Absuchen des Krystalles, bei welchem keine Fläche, kein reflektiertes Signal der Aufmerksamkeit entgehen kann.

Die Vorrichtung eignet sich besonders zum Absuchen des Krystalles nach reflektierten Signalen nach der Messung, kann jedoch auch am Anfange der Messung bei der Orientierung dem Messenden gute Dienste leisten.

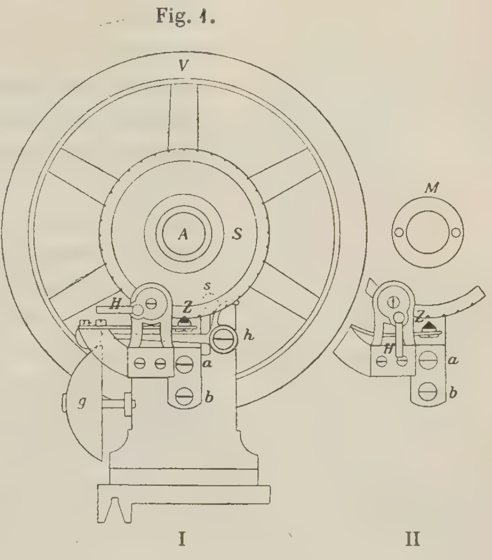
Beschreibung. An der Axe A des Vertikalkreises V ist an Stelle der Befestigungsmutter M eine mit 36 seichten Kerben versehene Scheibe S angebracht. In die Kerben dieser Scheibe schnappt beim Drehen des Kreises die Zunge Z der Einschnappvorrichtung so ein, daß das Einschnappen nicht nur hörbar ist, sondern auch durch eine Hemmung der Bewegung sich

[1]) Die beschriebene Vorrichtung ist von Herrn Fritz Rheinheimer, Besitzer der mechanischen Werkstätte P. Stoë in Heidelberg, ausgeführt worden.

bemerkbar macht, die Zunge aber bei einer weiteren Drehung aus der Kerbe wieder herauskommt. Durch den kleinen Hebel H kann diese Einschnappvorrichtung in Tätigkeit (I) und außer Tätigkeit (II) gesetzt werden.

Außerdem wird die vollendete ganze Umdrehung des Vertikalkreises durch ein leises Glockenzeichen, ähnlich dem Glockensignal der Schreibmaschinen, dem Messenden bekannt gegeben. Wie die Einschnappvorrichtung, ist auch diese Glockenvorrichtung sehr einfach und besteht aus einem an der Scheibe S rückwärts angebrachten Stifte s, einem Schlaghammer h und einer Glocke g.

Fig. 1.



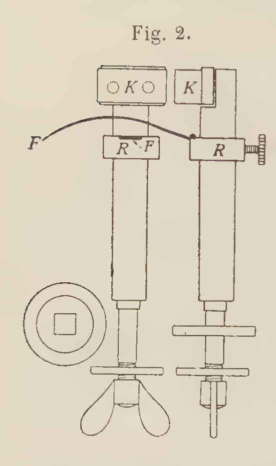
Die ganze Vorrichtung kann in einigen Minuten durch Abschrauben der gekerbten Scheibe S, zweier Befestigungsschrauben der Einschnappvorrichtung a, b, der Schlaghammerschraube bei h und der Glocke vom Goniometer entfernt werden. Sie hindert jedoch die Messung keinesfalls, auch wenn sie nicht gerade gebraucht wird. In solchem Falle wird die Einschnappvorrichtung durch den Hebel H außer Tätigkeit gesetzt und das eventuell lästige Läuten durch Heben des Schlaghammers h oder durch Abschrauben der Glocke beseitigt.

Die Vorrichtung bezweckt, daß der Vertikalkreis abschnittsweise eine volle Umdrehung macht, sodaß ganz sicher alle Stellen des Krystalles in das Gesichtsfeld des Fernrohres kommen. Die Einteilung der gekerbten Scheibe S, also die Zahl der Kerben, richtet sich nach der Optik des Instrumentes, nach dem Gesichtsfelde des Fernrohres. Sie kann viel kleiner sein, z. B. nur 18 Kerben, wenn das Fernrohr bei $\varrho = 90^0$ zwanzig Grad beherrscht. Die hier gewählte Einteilung in 36 Teile dürfte jedoch auch in einem solchen Falle genügen, weil man dann beim Absuchen einfach erst an jeder zweiten Kerbe stehen bleibt.

Nach jedem Einstellen des Vertikalkreises muß auch der Horizontalkreis von $\varrho = 0^0$ bis $\varrho = 90^0$ bewegt werden. Damit diese Bewegung rasch und sicher in den verlangten Grenzen ausgeführt werden kann, werden an das dreifüßige Gestell des Goniometers zwei Anschläge so befestigt, daß der eine bei $\varrho = 90^0$, der zweite bei $\varrho = 0^0$ die Bewegung um die vertikale Axe hemmt.

Bei den neueren von P. Stoë in Heidelberg gebauten Goniometern können die beiden Anschläge sehr zweckmäßig und einfach zwischen den zwei Kreisleisten des dreifüßigen Gestelles befestigt werden. Der in Fig. 2 abgebildete Anschlag ist für ein solches Goniometer bestimmt. Er trägt am Kopfe ein Gummikissen *K*, an welches die Schlittenführung des Vertikalkreises anstößt. Die Bewegung des Ganzen wird vor dem Anstoß durch die Feder *F* einigermaßen gebremst. Um diese Bremswirkung regulieren zu können, ist die Feder *F* durch den Stellring *R* in der vertikalen Richtung verstellbar.

Fig. 2.



Verwendung. Bei der Verwendung stellt man den Vertikalkreis auf das Glockenzeichen ein, bewegt den horizontalen Kreis vom Anschlag zum Anschlag, dreht dann den Vertikalkreis bis zum Einschnappen und wiederholt die Drehung des Horizontalkreises. So verfährt man bei vorsichtiger, unausgesetzter Beobachtung der Signale im Fernrohre oder der Flächen, bis das Glockenzeichen die volle Umdrehung des Vertikalkreises anzeigt. Es sind dann sicher alle Stellen des Krystalles, alle Reflexe der einen Hälfte vor das Gesichtsfeld des Fernrohres gekommen.

Dasselbe erreicht man auch ohne diese Vorrichtung, wenn man den Vertikalkreis immer um z. B. 10^0 dreht und die Drehung durch Ablesen kontrolliert und dieselbe Kontrolle auch am Horizontalkreise für $\varrho = 0^0$ und $\varrho = 90^0$ ausführt. Aber die beschriebene Vorrichtung ermöglicht ein sechsmal oder noch schnelleres Arbeiten bei größerer Bequemlichkeit und voller Sicherheit.

Zum Zwecke der ersten Orientierung kann man auch die Flächen oder Signale in eine sehr grobe Projektion eintragen, bei welcher die Lage in den 10 Abschnitten des Vertikalkreises und die größere oder kleinere Entfernung vom Pole angegeben wird.

XLI. Zentrale Kugelprojektionen und ihre Verwendung in der Krystallographie.

Von

Hermann Tertsch in Wien.

(Mit Taf. VI und 14 Textfiguren.)

Drei Aufgaben sind es, mit denen die projektive und konstruktive Krystallographie ständig beschäftigt ist: 1. die eindeutige Abbildung einer Krystallfläche bzw. ihrer Normalenrichtung, 2. Konstruktion von Winkelgrößen zwischen Flächen und Normalen, 3. Festlegung der Parameterverhältnisse, eventuell Indices der projizierten Flächen. Ob die Flächen hierbei durch Linien oder Punkte dargestellt werden, ist für die Theorie gleichgültig, da beide Darstellungsarten im Verhältnis der Polarität zueinander stehen und daher leicht ineinander übergeführt werden können. In der Praxis hält man wohl allgemein an der Fixierung der Flächen durch die Durchstoßpunkte ihrer Normalen mit einer konzentrischen Kugel fest, und es gilt nun, diese mit »Flächenpolen« besetzte Kugel in der Ebene mathematisch einwandfrei abzubilden.

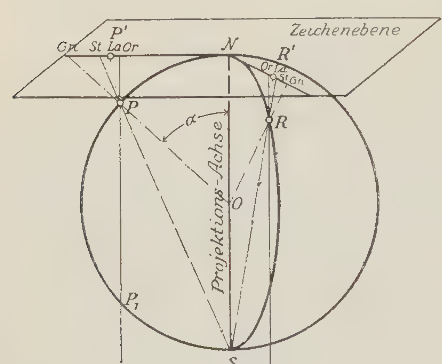
Für diese Abbildung in einer Ebene kommen wohl nur die Konstruktionen aus einem Zentrum in Betracht. Das Auffangen auf Zylinder- oder Kegelflächen mit nachträglicher Aufrollung in der Ebene kommt der Verwendung mehrerer Konstruktionszentren gleich[1]). Alle »zentralen« Kugelprojektionen haben nun den Vorteil, daß sie »azimutal« sind, d. h. daß der Punkt auf der Kugel und seine Projektion in der gleichen durch die »Projektionsaxe« ziehenden Ebene, also im gleichen Azimut auf der Zeichenebene liegen. Die Projektionsaxe ist durch jene Normale gegeben, welche vom Kugelzentrum auf die Zeichenebene gefällt wird.

Hält man an der Forderung zentraler und azimutaler Projektion fest, so sind noch immer unendlich viele Projektionen möglich, alle jene

1) Nicht zentrale Kugelprojektionen sind in der Kartographie sehr weit verbreitet. Dort handelt es sich eben weniger um die Festlegung der Winkelgrößen, wie in der Krystallographie.

deren Zentrum in der Projektionsaxe gelegen ist. Unter allen diesen sind aber nur vier Arten, von denen drei auch in der Krystallographie näher bekannt sind, mathematisch leicht verwendbar, nämlich die orthogonale (oder orthographische), die stereographische, die gnomonische und die Lambert'sche Projektion. Es schien zweckmäßig, die hauptsächlichsten Vorteile und Anwendungsgebiete dieser vier mathematisch und konstruktiv brauchbaren zentralen Projektionen kurz zusammenzustellen, und vor allem einige Sätze über die weniger bekannten orthogonalen und Lambert'schen Projektionen zu entwickeln, um das ganze für den Krystallographen verwendbare Rüstzeug klarzulegen. Es ist mir eine Freude, auch an dieser Stelle meinem Freunde, Herrn Prof. Karl Mack, von dem ich die Anregung zum Studium dieser Fragen, wie auch vielfach Winke praktischer Natur erhielt, herzlich zu danken.

Fig. 1.



Das gegenseitige Verhältnis der 4 Projektionsarten kommt in Fig. 1 zum Ausdruck, wobei die Zeichenebene für alle Projektionen tangential an den Pol der Kugel (N) gelegt erscheint. Man ist allerdings gewöhnt, für die stereographische und wohl auch für die orthogonale Projektion die Zeichenebene durch die Mitte der Kugel zu legen, doch bedeutet die geänderte Lage für die orthogonale Projektion keinerlei Änderung und für die stereographische nur eine Vergrößerung der Projektion auf den doppelten Radius. Prinzipiell ist kein Unterschied.

Für die orthogonale Projektion (Or) liegt das »Zentrum« im Unendlichen, die Projektionsstrahlen laufen parallel mit der Projektionsaxe. Diese Projektion bildet tatsächlich die ganze Kugel, allerdings in Form von Doppelpunkten, ab; jeder Punkt der Projektion entspricht 2 Punkten auf der Kugel.

Die Abbildung ist also eigentlich zweideutig. Die starke Verzerrung gegen den Grundkreis hin, das Abbilden der Großkreise in Form von Ellipsen und deren umständliche Konstruktion, das Fehlen der Winkel- oder Flächentreue machen diese Projektion im Hinblick auf rein krystallographische Fragen ziemlich minderwertig. Bei einem Gebiet aber ist die orthogonale Projektion kaum zu umgehen, es ist dies die Konstruktion optischer Schwingungsverhältnisse (Skiodromen)[1], und so mag es gerechtfertigt er-

[1] Auch F. E. Wright hat im Am. Journal Sc. (4) **24**, 318, 1907, auf die Wiederverwendung dieser etwas vernachlässigten Projektionsmethode aufmerksam gemacht.

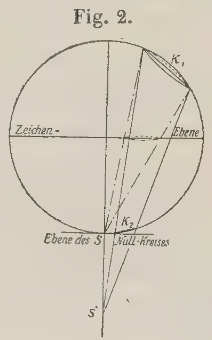
scheinen, daß in der Folge speziell noch einige Sätze für diese Projektion abgeleitet werden. Die Mittelpunktsabstände der Projektionspunkte sind durch $\sin \alpha$ gegeben, d. i. der Sinus des Winkels zwischen Flächennormale und Projektionsaxe.

Bei der stereographischen Projektion (St) liegt das »Zentrum« im Gegenpol S. Hier ist der Mittelpunktsabstand $= (2) \tan \frac{\alpha}{2}$, bezogen auf die gewählte Lage der Zeichenebene. Die besonderen Gesetze dieser mit Recht so überaus beliebten Projektion abzuleiten, ist um so überflüssiger, als gerade in den letzten Jahren erschöpfende und ausgezeichnete Behandlungen der einschlägigen Probleme erschienen sind[1]. Als besonders wertvoll und charakteristisch seien nur zwei Momente hervorgehoben: die Winkeltreue und die Darstellung aller Kugelkreise wieder durch Kreise[2]. Daneben erscheinen die Mängel recht geringfügig. Einer dieser Mängel ist die Unmöglichkeit, die ganze Kugeloberfläche im Endlichen aus einem Zentrum abbilden zu können. Innerhalb des Grundkreises erscheint die Oberseite der Kugel projiziert, außerhalb, bis zum Unendlichen, die Unterseite. Die Aufgabe, die ganze Kugel auf einem endlichen Blatt eindeutig abzubilden, ist demnach durch diese Projektionsart nicht gelöst.

Er gibt auch ein Netz dafür, bringt aber keine allgemeine konstruktive Lösung einschlägiger Aufgaben.

1) Vgl. hierzu Boeke: Stereographische Projektion, Berlin (Bornträger), und Wülfing in Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien, Stuttgart (Schweizerbart) 1904, **1**, 1. Teil, S. 8.

Fig. 2.



2) Ein sehr einfacher, in der Geometrie lange bekannter Beweis für diesen Satz ist in der krystallographischen Literatur noch nicht eingebürgert, verdient aber weitere Verbreitung. Man zieht auf der Kugel einen Kleinkreis (K_1) und legt durch diesen als Basis einen schiefen Kreiskegel, dessen Scheitel unterdessen noch außerhalb der Kugel in der Projektionsaxe angenommen werde (S') (Fig. 2). Der Schnitt eines Kegels zweiter Ordnung mit der Kugel liefert eine Kurve vierter Ordnung. Von dieser ist ein Teil, der zuerst angenommene Kleinkreis (K_1), schon bekannt. Die Schnittkurve zerfällt also in zwei Teile, jeweils mit der zweiten Ordnung. Der zweite Teil zweiter Ordnung (K_2) kann als Kegelschnitt dieser Ordnung nur dadurch entstehen, daß der Kegel eben geschnitten wird, d. h. K_2 ist ein ebener Schnitt. Da er gleichzeitig ein Kugelschnitt ist, kann es nur ein Kreis sein (K_2). Nun läßt man den Scheitel S' nach S wandern. Die ganze Überlegung bleibt immer gleich. Der Kreis K_2 besteht, aber er wird in S so klein, daß er mit S zusammenfällt = Nullkreis. Die Ebene dieses Nullkreises ist die Tangentialfläche an S. Parallel dazu liegt aber die stereographische Zeichenebene. Da alle parallelen Kegelschnittlinien den gleichen Charakter haben, muß jeder Schnitt parallel zur Nullkreisebene, d. i. aber der Schnitt mit der stereographischen Zeichenebene, ebenfalls ein Kreis sein.

Die Abbildung auch der Unterseite innerhalb des Grundkreises ist nur durch Verwendung des Poles N als zweites Zentrum möglich. Es ist also damit keine streng zentrale Projektion gegeben. Eine minder gewichtige Schwierigkeit liegt in der Ermittlung der Flächenindices. Wo es sich um Konstruktion von Winkelwerten handelt, wird man immer von dieser stereographischen Projektion Gebrauch machen[1]).

Axenverhältnisse und Indices finden ihre einfachste und glänzendste Darstellung in der gnomonischen Projektion (Gn). Abgesehen von dem Mangel an Winkeltreue ist hier nicht einmal die ganze Oberseite im Endlichen abbildbar, der Grundkreis liegt im Unendlichen, denn als »Zentrum« fungiert hier einfach der Kugelmittelpunkt. Die Mittelpunktsabstände der einzelnen Projektionspunkte entsprechen dem tang α. Die Abbildung der Unterseite ist vollständig ausgeschlossen. Dafür erscheinen alle Großkreise als Gerade, was ganz ausgezeichnete Kontrollen bezüglich des Zonenverbandes ermöglicht und deshalb gerade in diesem Sinne weiteste Verwendung findet. Auch hier ist Dank der zahlreichen und grundlegenden Arbeiten Goldschmidt's jede weitere ausführlichere Behandlung überflüssig[2]).

Wie ersichtlich, erlaubt aber keine dieser Projektionen die eindeutige Abbildung der ganzen Kugeloberfläche aus einem Zentrum. Aus Gründen der Übersichtlichkeit bei völliger Wahrung der mathematischen Eindeutigkeit wäre gleichwohl die Lösung dieser Aufgabe erwünscht. Insbesondere ist eine klare Darstellung der Symmetrieverhältnisse der einzelnen Krystallklassen dann am leichtesten möglich, wenn die Gesamtfläche der Kugel überblickbar ist. Da kann nur mit Erfolg die Lambert'sche Projektion (La), welche flächentreu ist, herangezogen werden[3]).

Der Grundgedanke ist, eine Kugelmütze durch einen flächengleichen Kreis darzustellen, dessen Mittelpunkt der Scheitel der Kugelmütze ist. Es besteht also die Gleichung: $2r\pi h = x^2\pi$, wobei bekanntlich $h =$ die

---

1) Eine den zentralen Projektionen nahestehende Abbildung ist jene, welche Goldschmidt als »Winkelprojektion« (diese Zeitschr. 1902, **36**, 338) beschrieben hat. Die linearen Mittelpunktsabstände sollen proportional mit Winkelabständen zwischen Normalenrichtung und der Projektionsaxe sein. Goldschmidt betont schon, daß diese Forderung rechnerisch mit der Abbildung aus einem Zentrum unvereinbar ist. Die für die einzelnen Poldistanzen zu berechnenden Projektionszentren liegen allerdings alle in der Nähe des Wertes $1,7r$. Jedenfalls kann diese Projektion hier nicht in Frage kommen. Sehr kompliziert rückläufig ist die Abbildung der Unterseite. Die Projektionen der Großkreise ergeben sehr komplizierte Kurven.

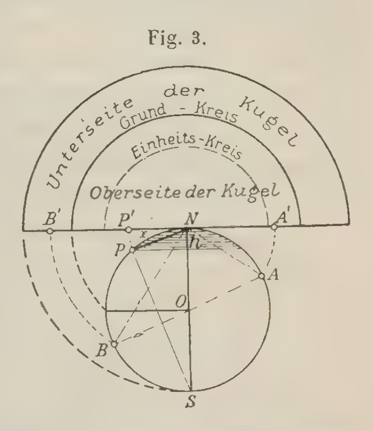
Projiziert man zentral aus irgend einem Punkte der Projektionsaxe, so erscheinen alle Großkreise als Ellipsen. Spezielle Fälle davon sind die stereographische und die gnomonische Projektion. Ist S das Projektionszentrum, so entarten die Ellipsen zu Kreisen, ist O das Zentrum, werden sie Gerade.

2) Vgl. hierzu auch Boeke: Die gnomonische Projektion (Bornträger, Berlin).

3) Vgl. irgend ein Handbuch über kartographische Darstellungen.

Höhe der Kugelmütze und r = dem Kugelradius ist. Demnach $x = \sqrt{2r \cdot h}$. Die sehr einfache Konstruktion von x erfolgte als mittlere geometrische Proportionale aus $2r$ und h (vgl. Fig. 3) und ergibt die Länge der Sehne, welche dem Bogen PN entspricht. Man erhält also abermals eine Projektion aus einem Zentrum, nämlich aus N, aber jetzt nicht mehr unter Verwendung geradliniger Projektionsstrahlen, sondern durch Übertragung der von N aus abgesteckten Sehne. Die Fig. 3 gibt auch einen Einblick in die Flächenabbildung der Gesamtoberfläche. Man muß den zur Konstruktion nötigen »Einheitskreis« scharf von dem »Grundkreis« unterscheiden, welcher durch die Abbildung des zur Zeichenebene parallelen Großkreises gegeben ist. Dessen Radius $R = r\sqrt{2}$. Der äußere Umfang des Zeichenfeldes ist durch $R' = 2r$ gegeben. Die nicht abzuleugnende Schwierigkeit bei dieser Darstellungsart besteht darin, daß die Kugelkreise sich in der Projektion weder als Gerade, noch als Kreise oder Ellipsen abbilden, sondern als einfach symmetrische, bloß punktweise konstruierbare Kurven auftreten.

Fig. 3.



Da die orthogonale und Lambert'sche Projektion in ihren Gesetzen wenig bekannt sind, anderseits aber in manchen Fällen praktisch vorteilhaft verwendet werden können, mögen im folgenden einige wichtigere Aufgaben und Anwendungen von beiden Projektionen abgeleitet werden. Die Gesetze der stereographischen und gnomonischen Projektion können als bekannt vorausgesetzt werden.

Orthogonale Projektion.

Alle zur Projektionsebene normalen Großkreise projizieren sich als Durchmesser.

Alle zur Projektionsebene normalen Kleinkreise projizieren sich als Sehnen (Gerade).

Zur Projektionsebene geneigte Kugelkreise projizieren sich als Ellipsen[1]).

---

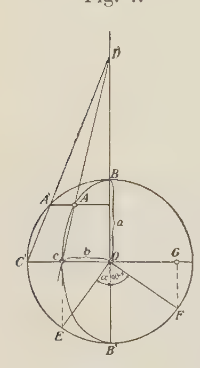
1) Von diesen Ellipsen ist bei der Projektion der Großkreise immer die große Axe bekannt $= 2r$ selbst. Die kleine Axe muß noch gegeben sein, dann ist die Konstruktion sehr einfach. Am günstigsten hierfür ist die sogenannte »Papierstreifenmethode«. Von einem Punkt A aus trägt man auf einem Streifen die kleine Axe auf bis B. Wiederum von A(!) steckt man die große Axe bis C ab. Die beiden Richtungen der Axen müssen gegeben sein. Man läßt nun den Streifen so auf beiden Axenrichtungen gleiten, daß der Punkt B sich immer auf der großen Axe, C sich gleichzeitig auf der Richtung der kleinen Axe bewegt. Durch die jeweilige Lage von A

Alle zur Projektionsebene parallelen Kleinkreise projizieren sich als Kreise mit dem Radius $r = \sin \alpha$.

1. Aufgabe. Die Projektion eines Großkreises (Ellipse) ist zu konstruieren, wenn ein Punkt in der Projektion (A) und der Schnitt des Großkreises mit der Zeichenebene = große Axe der Ellipse (BB'), der Lage nach gegeben sind (Fig. 4).

Zur Konstruktion der Ellipse fehlt die Länge der kleinen Axe (b). Schlägt man um eine Ellipse einen Kreis mit $r = a$ (große Axe), so verhalten sich bekanntlich die Ordinaten von Ellipse und Kreis, die man in einem beliebigen Punkte von a errichtet, wie $b : a$. Man zieht also durch O eine Normale zu OB bis C' und legt durch den gegebenen Punkt A eine Parallele hierzu bis A'. Die Verbindung von A' mit C' trifft die Gerade OB im Punkte D. Dieser Punkt mit A verbunden führt zu dem Proportionalabstand C, wodurch die kleine Halbaxe ($OC = b$) gegeben ist. Mit Hilfe der bekannten Lage und Größe von a und b ist die Ellipse leicht zu konstruieren[1]).

Fig. 4.



2. Aufgabe. Es ist die Neigung des in der Projektion gegebenen Großkreises gegen die Bildmitte zu bestimmen (Fig. 4).

Die kleine Halbaxe $b = OC$ ist direkt $\sin \alpha$, d. h. man zieht durch C eine Parallele zu OB, bis diese den Grundkreis in E trifft. $EOB' = \alpha$ ist der gesuchte Winkel.

3. Aufgabe. Durch 2 gegebene Punkte ist ein Großkreis zu legen (Fig. 5 u. 6).

Hier ist zwar, wie immer, die Größe, nicht aber die Lage der großen Axe bekannt. Die Aufgabe ist eigentlich doppeldeutig, da zwei Ellipsen möglich sind, nämlich jene, bei der die Hauptaxe auf der gleichen Seite von beiden Punkten liegt, und jene, bei der die Hauptaxe zwischen den gegebenen Polen ist. Letzterer Fall bedeutet räumlich, daß ein Flächenpunkt der Oberseite, der andere der Unterseite angehört. Da zu jedem Unterseitenpunkt der entsprechende Oberseitenpunkt angegeben werden kann (er liegt im gleichen Azimut in gleichem Abstande auf der anderen Seite vom Mittelpunkte aus), so läßt sich die Aufgabe immer auf die An-

---

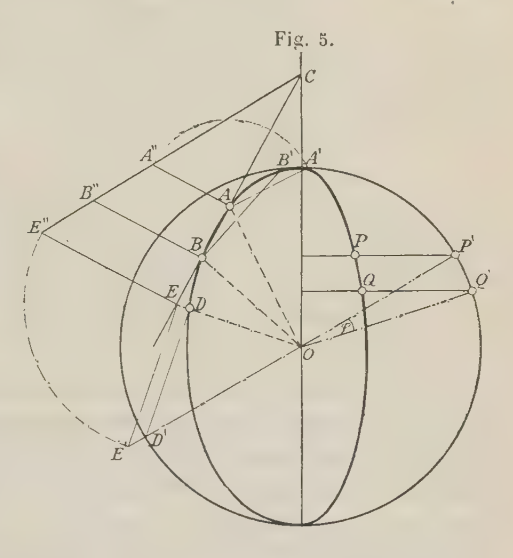
sind die einzelnen Ellipsenpunkte festgelegt. Diese in der Geometrie meist verwendete, sehr einfache Methode gestattet eine rasche und völlig exakte Bestimmung der einzelnen Ellipsenpunkte:

1) In allen Fällen, wo die Schnittpunkte (D) zu weit nach außen fallen, wird man Ähnlichkeitskonstruktion zuhilfe nehmen. Vgl. hierzu die Konstruktion auf S. 561, Fig. 8.

nahme zurückführen, daß die beiden Punkte auf der gleichen Seite der großen Axe liegen.

In den Punkten A und B errichtet man Normale auf die Azimute OA und OB, bis diese den Grundkreis in A' und B' treffen (Fig. 5). Sodann verbindet man A und B durch eine Gerade, konstruiert in A und B wieder Normale zur Geraden AB und trägt auf dieser die bezüglichen Werte $AA' = AA''$ und $BB' = BB''$ auf. Die neu erhaltenen Punkte A'' und B'' geben miteinander verbunden eine Gerade, die sich mit der Geraden AB in der Verlängerung der großen Axe (C) schneidet. Damit ist die Lage der großen Axe gegeben, die weitere Konstruktion erfolgt nach Aufgabe 1.

Fig. 5.



Der sehr einfache Beweis für die angegebene Konstruktion resultiert aus der räumlichen Anordnung des Problemes. In Fig. 6 (S. 558) ist die obere Hälfte der Projektionskugel dargestellt. AOB ist die Zeichenebene. A und B sind die gegebenen Punkte, Projektionen der entsprechenden Großkreispunkte A' und B'. Die Ebene des Großkreises $A'B'$ schneidet die Zeichenebene in jenem Durchmesser, welcher der großen Axe der Projektionsellipse entspricht. Die wahre Lage der Punkte A' und B' ist gegeben durch Konstruktion der zu ON parallelen Projektionsstrahlen AA' und BB', das sind aber Normale, die in A und B auf den entsprechenden Radien errichtet werden, bis sie die Kugel mit dem Radius $r = a$ schneiden. Wenn sich die Ellipsen- und Großkreisebenen in OC schneiden, muß dies auch für die der Normalenebene $ABB'A'$ angehörigen Linien AB und $A'B' = A''B''$ gelten. Ihr Schnittpunkt C gibt die geforderte Richtung.

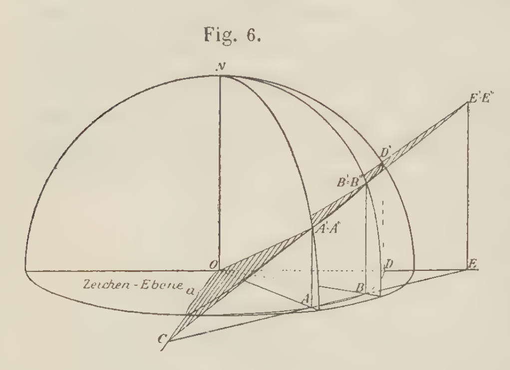
4. Aufgabe. Es ist zu untersuchen, ob 3 Punkte in einer Zone liegen.

Diese Aufgabe knüpft direkt an die vorhergehende an und läßt sich ebenfalls an der perspektivischen Darstellung (Fig. 6) am besten erläutern. Die Ebenen des Kreises und der Ellipse sind von der Zahl der Punkte unabhängig. Der Azimutstrahl OD wird natürlich von der Geraden AB nicht in D, sondern in E getroffen, wie auch der Strahl OD' durch $A'B'$ in E'

geschnitten erscheint. Hierauf muß in der Konstruktion Rücksicht genommen werden.

Man zieht durch AB eine Gerade, welche den Azimutstrahl OD in E schneidet (Fig. 5). In D fällt man auf OD eine Normale, welche den Grundkreis in D' trifft. Da aber die Konstruktion nicht von D, sondern von E ausgeht, muß der Wert DD' proportional auf EE' erweitert werden. Man verbindet D' mit O, zieht durch E eine Parallele zu DD', was zu E' führt. Dieser Wert EE' wird normal auf die Gerade ABE aufgetragen. Wenn die 3 Punkte A, B, D in einer Zone liegen, müssen die Punkte A'', B'', E'' in der gleichen Geraden liegen, welche mit der Geraden AB in C zusammentrifft.

Fig. 6.



5. Aufgabe. Der Winkelabstand zweier Punkte ist zu bestimmen.

Die große Axe muß ihrer Lage nach bekannt sein. Man rollt den als Ellipse projizierten Großkreis um die große Axe, bis seine Ebene mit dem Grundkreis zusammenfällt. Die Punkte P und Q (Fig. 5) bewegen sich dabei auf Kleinkreisen, welche sich in Form gerader, zur großen Axe normaler Linien projizieren. Wo diese den Grundkreis treffen, ist der direkte Winkel zwischen ihnen an dem eingeschlossenen Bogen $\widehat{P'Q'}$ abgesteckt.

6. Aufgabe. Von einem Punkt C aus ist auf einem Großkreis ein bestimmter Winkel abzutragen (vgl. Fig. 7).

Einfache Umkehrung der Aufgabe 5. Man legt durch C eine Normale zur großen Axe (OD), verlängert diese bis zum Grundkreis nach E, trägt auf diesem im richtigen Sinne den Winkel auf und zieht eine Parallele zu CE durch E'. Die Gerade EE' schneide die große Axe in D. Der Schnitt, der durch E' gehenden Parallelen zu CE mit der Geraden CD gibt den gesuchten Punkt C'.

7. Aufgabe. Es ist der Pol einer Zone zu suchen (vgl. Fig. 4).

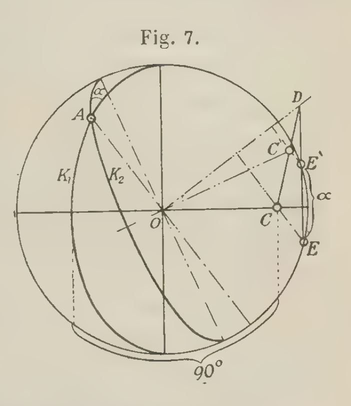
Zunächst Aufgabe 2. Man konstruiert den Neigungswinkel der Zone $\alpha = \sphericalangle EOB'$ (Fig. 4), trägt von E 90° auf bis F, zieht eine Parallele zur großen Axe FG und erhält in G den gesuchten Pol.

8. Aufgabe. Der Winkel zwischen zwei Zonen ist zu bestimmen (Fig. 7).

Man sucht die Pole für beide Zonen (Aufgabe 7) und bestimmt zwischen ihnen den Winkel α (Aufgabe 5).

9. Aufgabe. Durch einen Punkt einer Zone ist eine zweite Zone unter bestimmter Winkelneigung hindurchzulegen (Fig. 7).

Fig. 7.



Umkehrung von Aufgabe 8. Man konstruiert den Pol der gegebenen Zone $(K_1) = C$. Den Punkt A kann man nun als Pol für jenen Großkreis ansehen, welcher die beiden Pole C der gegebenen und C' der gesuchten Zone umfaßt, da A beiden Zonen gemeinsam angehört. Durch OA ist die Richtung der kleinen und durch die Normale OD jene der großen Axe für die Projektion des Großkreises CC' festgelegt. Das übrige geht nach Aufgabe 6. Ist der Punkt C' dadurch bestimmt, so ist damit der Pol der zweiten Zone gegeben und nun schließt sich die rückläufige Aufgabe 7 an.

Beziehungen zur stereographischen Projektion.

Häufig sieht man sich vor die Aufgabe gestellt, die orthogonale Projektion in die stereographische überzuführen. Da für beide Projektionsarten das Azimut gleichbleibt, ist die Lösung sehr einfach. Man bestimmt den Winkelabstand des orthogonal projizierten Punktes von der Mitte. Hierzu verbindet man den gegebenen Punkt mit dem Mittelpunkt, zieht einen dazu normalen Durchmesser und legt durch den Ausgangspunkt eine Parallele zu dem Durchmesser. Diese beiden Parallelen schneiden im Grundkreis den gesuchten Winkel ab, dessen Übertragung in die stereographische Projektion keiner weiteren Erläuterung bedarf. Ebenso einfach erfolgt die Rückkonstruktion.

Anwendungen im Gebiete der Optik.

Die Becke'schen Skiodromen[1]) sind bekanntlich die orthogonalen Projektionen der Schwingungskurven auf die Bildebene. Es ist nun häufig die Aufgabe zu lösen, für eine beliebige Strahlenrichtung das Aussehen des Schwingungsnetzes zu konstruieren. Man wird hierbei von der Normalstellung ausgehen und durch Rollen um eine geeignete Axe das Netz umkonstruieren. Da die stereographische Projektion ebenfalls azimutal ist, kann man den Umweg einschlagen, das ganze Netz stereographisch zu übertragen, die Rollbewegung auszuführen und sodann wieder rückzuübertragen. Dieser Weg ist aber sehr umständlich. Einfacher ist die direkte Methode.

1) Tschermak's Min. petr. Mitt. 24, 1, 1905.

Verwenden wir z. B. das Netz einaxiger Krystalle. Man zeichnet es zunächst so, daß die optische Axe in die Mitte kommt. Das gibt ein sehr einfaches Netz von Meridian- und Parallelkreisen. Dieses Netz sei nun in bestimmter Richtung und um eine bestimmte Anzahl von Winkelgraden zu drehen und festzulegen. Durch Angabe einer Rollaxe und eines bestimmten Drehungswinkels läßt sich jeder Punkt des Netzes in die Mitte bringen, also für jede Strahlenrichtung die Netzlage bestimmen.

Man zieht durch alle wichtigen Netzpunkte Normale zur Rollaxe. Auf diesen laufen die einzelnen Netzpunkte bei der Drehung. Insbesondere ist der Äquator der Rollaxe zu zeichnen. Nun ist für die einzelnen Punkte die sehr einfache Aufgabe 1 auszuführen, d. h. es ist der jeweilige Äquatorpunkt C zu suchen (Fig. 4). Von diesem zieht man eine Parallele zur Rollaxe, steckt von ihr aus im Grundkreis den Drehungswinkel ab und zieht eine zweite Parallele zur Rollaxe, welche den Rolläquator im neuen Äquatorpunkt C'' trifft. Dieser mit dem Punkte D (Fig. 4) verbunden, durchschneidet die Gerade AA' im Punkte A'', d. i. in dem gesuchten Netzpunkt. In der Praxis erfolgt diese Konstruktion sehr rasch und bequem.

Wenn auch diese Rollbewegung für jede beliebige Punktverteilung auf der Kugel ausführbar ist, gestaltet sich doch die Konstruktion der Netzgrundlage bei zweiaxigen Körpern recht unangenehm. Wie bekannt, gehorchen die Kugelellipsen in bezug auf die Winkelabstände von den Brennpunkten den gleichen Gesetzen, wie die ebenen Ellipsen in Hinsicht der Fokaldistanzen. $\varphi' + \varphi = 2\alpha$. α ist die große Halbaxe; die beiden Axenpole dienen als Brennpunkte. 2α muß also größer sein als $2V$. Für die Projektion in der Ebene ist die Erleichterung gegeben, daß die Schwingungsellipsen sich als ebene Ellipsen projizieren, wenn die 1. oder 2. Mittellinie in die Projektionsaxe fällt. Die ebenen Projektionsellipsen sind aber nicht mehr konfokal in Beziehung auf die Axenpole. Man nimmt nun in der Richtung der optischen Normalen in beliebiger Winkeldistanz von M aus die kleine Axe $MB = \measuredangle \beta$ an (Fig. 8). Die große Axe (Winkelabstand $= \alpha$) läßt sich aus dem Bogen bzw. Winkel $V_1B = V_2B$, d. i. dem Winkel zwischen B und einem Axenpole (V_1) bestimmen; denn $\measuredangle V_1B + \measuredangle V_2B = 2\alpha$. Zur Messung der $\measuredangle V_1B$ muß durch V und B ein Großkreis gelegt werden. Man erhält nach Aufgabe 3 die Lage der großen Axe[1]) für

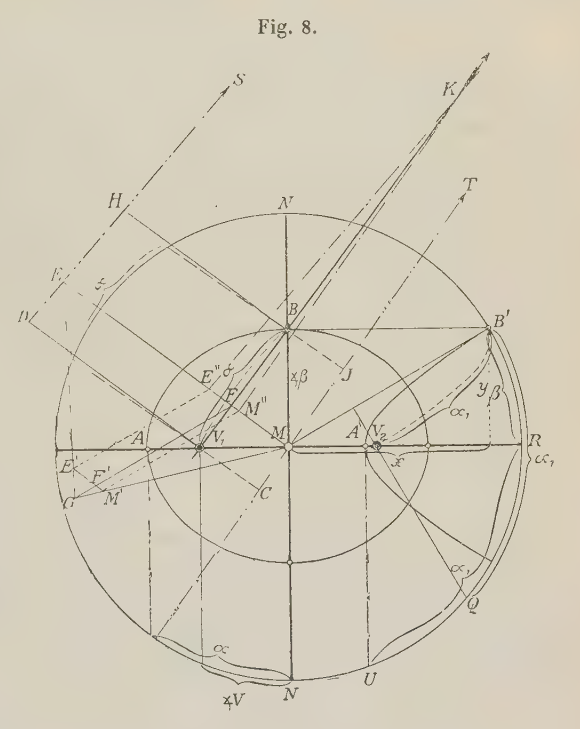
---

1) An der Fig. 8 (S. 561) ist ein Beispiel für jene Konstruktionen gegeben, bei denen Ähnlichkeitsfiguren verwendet werden müssen. Die Punkte D und H werden in üblicher Weise gefunden. Ihre Verbindung DS soll mit der Linie V_1B zum Schnitt gebracht werden, um rückläufig die Gerade CT zu erhalten. Man mache $EM \parallel DV_1$. Daraus folgt $DV_1 : V_1C = EF : FM$. Das letzte Verhältnis ist proportional zu verkleinern. Man wählt einen Punkt G, verbindet diesen mit E, F und M und kann nun in beliebiger Weise die Verkleinerung vornehmen $EF : FM = E'F' : F'M' = E''F : M''F$. Dann zieht man $E''K \parallel DS$, und erreicht so den Punkt K, der mit M'' verbunden

diesen Großkreis und geht dann zur Bestimmung der Winkeldistanz nach Aufgabe 5 vor. Die erhaltene Winkelgröße α wird im Grundkreis von N aus aufgetragen. Die Parallele zu NM gibt im Punkte A den gesuchten Endpunkt der großen Axe AM. Auf diese Weise lassen sich alle Parallel-ellipsen konstruieren.

Die Meridianellipsen projizieren sich in der Netzgrundlage als Hyperbeln, bei denen, $B^{\backprime}$ als Hyperbelpunkt vorausgesetzt, die große Axe $\alpha^{\backprime}$ unbekannt ist. In Wirklichkeit sind es auch Kugelellipsen, deren Brennpunkte V_2 und $V_1^{\backprime}$ (Unterseite!) sind, und deren kleine Halbaxe durch $B'R$ gegeben ist. Es ist also wieder der Wert $V_2B^{\backprime}$ zu bestimmen, was hier sehr einfach ist. Man zieht den Durchmesser $MB^{\backprime}$, fällt durch V_2 eine Normale darauf und erhält dadurch im Grundkreis den $\measuredangle\, \alpha^{\backprime} = B'Q$. Diesen Winkel trägt man von R aus auf und zieht von U ($RU = \measuredangle\, \alpha^{\backprime}$) eine Parallele zu NM, wodurch sich der gesuchte Punkt A' ergibt. Mit MA' und $B^{\backprime}$ ist die ebene Hyperbel bestimmt, deren zur Konstruktion nötige Brennpunkte leicht zu ermitteln sind[1].

Fig. 8.



Ist auf diese Weise die Netzgrundlage in einer Ebene normal zur 1. Mittellinie festgelegt, kann jede andere Netzlage durch Rollen unschwer und mit ausreichender konstruktiver Genauigkeit bestimmt werden.

---

wird. Dann legt man durch M eine Parallele hierzu ($MT \parallel M^{\backprime\backprime}K$) und erhält dadurch die Lage der großen Halbaxe für den durch B und V_1 ziehenden Zonenkreis.

1) Die Koordinaten des Hyperbelpunktes $B^{\backprime}$ sind x und y und stehen in folgender Beziehung: $\beta = \sqrt{\frac{\alpha_1^2 y^2}{x^2 - \alpha_1^2}}$ oder $\beta : \alpha_1 = y : \sqrt{x^2 - \alpha_1^2}$. Da $\sqrt{x^2 - \alpha_1^2}$ leicht zu konstruieren ist, folgt aus der angegebenen Proportion leicht die gesuchte kleine Halbaxe (β) der Hyperbel.

Lambert'sche Projektion.

Der Radius des Grundkreises ist $r\sqrt{2}$, wenn $r =$ Radius des Einheitskreises ist. Der äußerste Kreis, d. i. die Projektion des hier zu einem Kreise verzerrten Gegenpoles (S), ist $2\,r$.

Alle auf der Zeichenebene senkrechten Großkreise projizieren sich als Durchmesser.

Alle zur Zeichenebene parallelen Kleinkreise projizieren sich als Kreise. Ihre Radien entsprechen den Sehnen der Winkelabstände vom Mittelpunkt der Projektion.

Alle zur Zeichenebene geneigten Großkreise projizieren sich in Form einfach symmetrischer Kurven, welche jeweils durch einen Durchmesser des Grundkreises in zwei ungleich erscheinende Hälften zerlegt werden. Die Symmetrale dieser Kurven ist die zu dem genannten Durchmesser senkrechte Gerade. Auch die Projektion der zur Zeichenebene normalen Großkreise zerfällt eigentlich in zwei Teile, in den schon erwähnten Durchmesser und den Außenkreis als Projektion des Gegenpoles, welcher den Großkreisen angehört. Hält man sich dies vor Augen, dann ist auch die sehr charakteristische Form der Kleinkreise, welche die beiden Äquatorpunkte des Nullmeridianes umziehen, leicht verständlich.

Ein Blick auf die beigegebene Tafel VI zeigt eine interessante Nebenerscheinung. Innerhalb des Grundkreises verlaufen nämlich die Projektionen der Großkreise nahezu in der Form von Kreisbögen. Außerdem ist die Verteilung in roher Annäherung dem Winkelabstande gegen die Projektionsaxe proportional. In Wirklichkeit projizieren sich die der Mitte naheliegenden Richtungen in etwas größerem Maßstabe als die weiter abliegenden Richtungen. Sehr stark rücken die Projektionspunkte gleichweit voneinander abstehender Kugelpunkte im äußeren Ring der Projektion zusammen. Innerhalb des Grundkreises sind die um je 10^0 voneinander entfernten Punkte in folgender Weise verteilt:

	0^0	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0
$r = 1$	—	0,1743	0,3473	0,5176	0,6840	0,8452	1,0000	1,1472	1,2856	1,4142
Differenz		0,1743	0,1730	0,1693	0,1664	0,1612	0,1548	0,1472	0,1384	0,1286

Bezüglich der Abstände von Fläche und Gegenfläche erkennt man leicht, daß diese naturgemäß im gleichen Azimutstrahle beiderseits des Mittelpunktes liegen müssen und in sehr einfacher Beziehung stehen. Beide Pole sind nämlich in ihren Mittelpunktsabständen durch die beiden Katheten des Dreieckes ANB in Fig. 3 (S. 555) gegeben. NA ist die Sehne für den oberseits liegenden Pol, NB jene für den Gegenpol. Letzterer läßt sich also jederzeit leicht eintragen, nur muß man immer daran festhalten, daß alle Konstruktionen mit dem Radius des Einheitskreises, nicht Grundkreises, ausgeführt werden müssen.

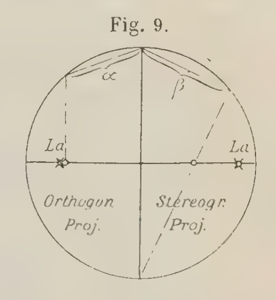
Bezüglich der Konstruktionsdetails sind zwei Aufgaben nacheinander aus-

zuführen, erstens die Bestimmung des Azimutstrahles, in dem der Projektionspol liegt, zweitens die Größe des Mittelpunktsabstandes.

Wenn der Strahl nicht direkt gegeben ist, kann die erste Aufgabe nur auf dem Umwege über eine der anderen azimutalen Projektionen gelöst werden. Besonders empfehlenswert ist hierzu die stereographische Projektion, obwohl auch mit der orthogonalen die Lösung möglich ist.

Die zweite Aufgabe löst sich einfach, mag man die stereographische oder orthogonale Projektion zugrunde gelegt haben. In beiden Fällen ist der Mittelpunktsabstand in den Einheitskreis so zu übertragen, daß daraus der wahre Winkelabstand gewonnen wird (Fig. 9). Bei der stereographischen Projektion wird man also einen zum Azimutstrahl normalen Durchmesser ziehen und von einem seiner Endpunkte als Augenpunkt die Ermittlung des Winkelabstandes (β) durchführen oder man zieht bei der orthogonalen Projektion durch den Projektionspunkt eine Parallele zu der Normalen des Azimutstrahles, bis diese den Grundkreis trifft, wodurch der verlangte Winkel (α) abgesteckt erscheint. Die Sehne der so gewonnenen Winkelwerte wird nun in dem gegebenen Azimut vom Mittelpunkt aus aufgetragen und liefert so den Projektionspunkt. Beide Konstruktionen sind gleich einfach, doch dürfte man wohl in der Praxis die Verwendung der stereographischen Projektion als Hilfskonstruktion weitaus vorziehen. Auch für die Hilfsprojektionen ist natürlich der Einheitskreis, nicht der Grundkreis zu verwenden.

Fig. 9.



Ebenso wichtig wie die Festlegung einzelner Punkte ist die weitere Behandlung zweier oder mehrerer Punkte, also die Ausführung aller Aufgaben, welche bei der orthogonalen Projektion entwickelt wurden, bzw. deren Lösung mit Hilfe der stereographischen Projektion schon lange bekannt ist. Auch hierbei ist es nötig, zunächst von der Lambert'schen Projektion zu einer der Hilfsprojektionen zurückzukehren und in dieser die verlangten Operationen durchzuführen, um dann wieder die Rückkonstruktion vorzunehmen. In dieser Beziehung (Festlegung des Mittelpunktsabstandes) gehört eben die Lambert'sche Projektion nicht zu den einfachen Konstruktionen.

Es seien z. B. in der Lambert'schen Projektion 2 Punkte gegeben und der zugehörige Großkreis zu suchen. Die sehr einfache Bestimmung der Gegenpole gibt weitere 2 Punkte für den gesuchten Großkreis. Als Hilfsprojektion werde die stereographische gewählt. Man zieht die Azimutstrahlen OA und OB zu den Punkten A und B und die zugehörigen Normalen durch O. Von einem der Endpunkte der Normalen wird die entsprechende Strecke OA als Sehne aufgetragen und damit der Winkelabstand zum Mittelpunkt gewonnen. Damit ist leicht die Lage des stereographischen

Poles zu bestimmen, und es gilt dann, für die beiden stereographischen Punkte A' und B' den Großkreis in bekannter Weise zu konstruieren. Der Durchmesser, über dem dieser Kreisbogen im Einheitskreis steht, gibt gleichzeitig die entsprechende Durchmesserrichtung des Grundkreises, welche den Übertritt der Lambert'schen Großkreisprojektion aus der oberen in die untere Kugelhälfte fixiert. Ebensoleicht läßt sich aus der stereographischen Hilfsprojektion der Scheitel der Zone und ihr Gegenscheitel konstruieren; im übrigen müßte aber die Projektion des Großkreises punktweise erfolgen.

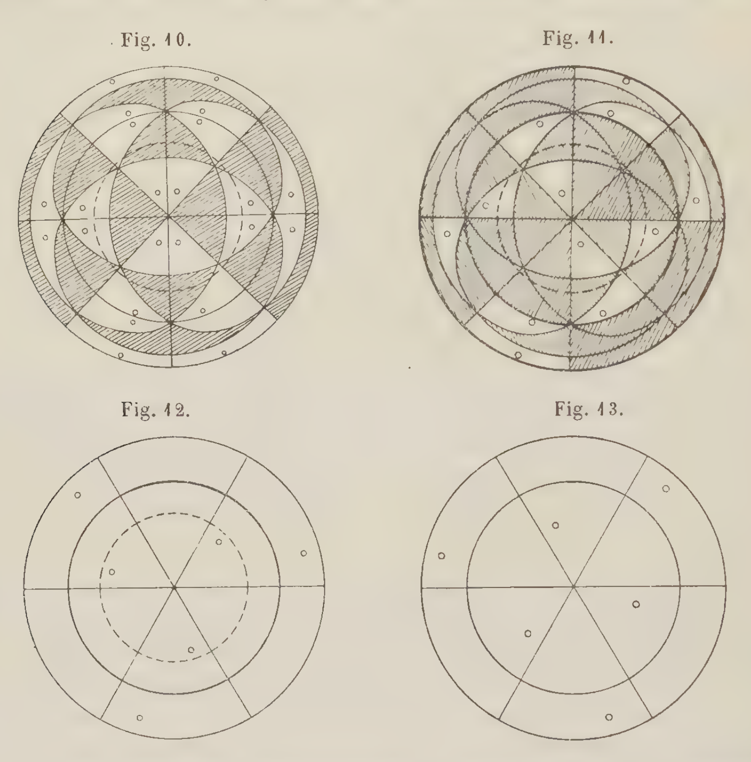


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

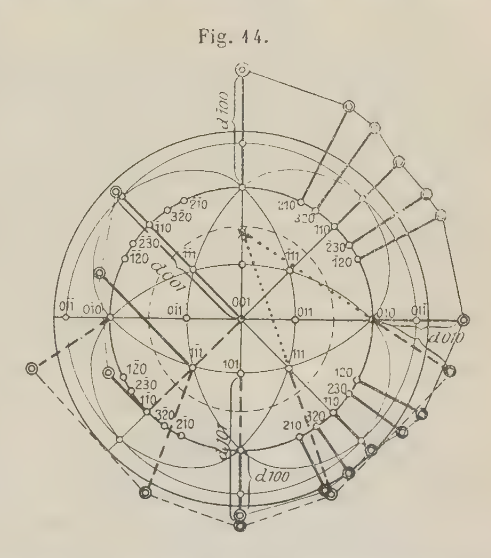
Um diese bedeutende Schwierigkeit zu umgehen und die Verwendbarkeit dieser für Übersichtszwecke sehr geeignet erscheinenden Projektion zu erhöhen, ist auf der beigegebenen Tafel VI ein Lambert'sches Netz von 10° zu 10° mit Hinzufügung der 45°-Kreise gegeben. Die Verwendung ist in ähnlicher Weise gedacht, wie jene des Wulff'schen Netzes, welches allerdings infolge seiner größeren Dichtigkeit eine weit höhere Genauigkeit gestattet. Da aber diese Projektion niemals der graphischen Berechnung, sondern wohl immer nur der eindeutigen Darstellung der Flächenverteilung dienen kann, ist ein höherer Genauigkeitsgrad keine unbedingte Notwendigkeit. Als Radius des Einheitskreises dienen 5 cm, der Außenkreis hat also einen Radius von 10 cm, der Grundkreis einen solchen von

7,07105 cm. Die im äußeren Ring in der Nähe des Außenkreises liegenden Kurven schneiden sich vielfach unter sehr kleinen Winkeln. Die richtigen, durch die Azimute festgelegten Punkte sind in diesen Fällen noch besonders markiert.

Als Beispiele für die leichte Art, in der sich die Symmetrieverhältnisse irgend einer Krystallklasse übersichtlich darstellen lassen, mögen gegenüberstehende, nach diesem Prinzip gezeichnete Projektionen dienen (Fig. 10—13, tesseral pyritoëdrische und tetartoëdrische und trigonal trapezoëdrische und rhomboëdrische Symmetrie).

In letzter Linie läßt sich diese Projektion ob ihrer eindeutigen Festlegung jeder einzelnen Krystallfläche auch ganz praktisch bei Trachtstudien zur Verdeutlichung der Zentraldistanzen verwenden. Eigentlich sollte man in jedem Flächenpol der Lambert'schen Projektion eine Ordinate errichten, auf welcher die Zentraldistanzen in einem willkürlichen Maßstabe aufgetragen werden. Es wäre dies ein räumliches Gebilde, welches, von einer Seite betrachtet, die gesamten Wachstumsverhältnisse des Krystalles zu überblicken gestattet. Für die Darstellung in der Ebene muß man sich bestimmte Zonen mit ihren Ordinaten in die Zeichenebene umgeklappt denken. Diese Eintragungen können insbesondere bei Verwendung farbiger Stifte leicht innerhalb der Projektion erfolgen.

Fig. 14.



In Fig. 14 ist ein derartiger Versuch gemacht. Dargestellt ist die Tracht eines Zinnsteinzwillings von Penzanze[1]). Als Maßstab der Zentraldistanzen ist der Radius des Einheitskreises gewählt. Sehr einfach ist die Eintragung der Zentraldistanzen im Grundkreis, welche auf den zugehörigen Radien gegen außen abgesteckt werden (Zone 100, 010, $\bar{1}$00). (Nebstbei prägt sich die zunehmende Zenstraldistanz gegen den einspringenden Winkel zwischen den Zwillingsanteilen, in welchem die Fläche $\bar{1}$00 liegt, sehr schön aus.) Ebenso bequem gestaltet sich die Eintragung bei allen Durchmesserzonen [1$\bar{1}$0, 001], auf denen die Zentraldistanzen durch entsprechend lange Normale dargestellt sind. In geneigten Zonen wird man zweckmäßig den Pol der Zonen aufsuchen, diesen mit den einzelnen Flächenpolen verbinden und auf diesen Strahlen gegen außen die Zentraldistanzen auftragen (Zone 010, 101, 0$\bar{1}$0).

1) Denkschriften d. math.-naturw. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, **84**, 563. Ausz. diese Zeitschr. **49**, 221.

XLII. Auszüge.

---

1. D. J. Hissink (in Wageningen): **Die kolloiden Stoffe im Boden und ihre Bestimmung** (Verhandlg. der 2. internationalen Agrogeologenkonferenz in Stockholm, August 1910, 1—14).

F. Cornu (Ausz. diese Zeitschr. **51**, 641) versuchte durch Anfärben mit Fuchsin, Sjollema durch Zentrifugieren die kolloiden Stoffe im Boden zu bestimmen. Eine chemische Methode stammt von van Bemmelen (Zeitschr. f. anorg. Chem. 1904, **42**, 265—314; 1909, **62**, 221—236; 1910, **66**, 322 bis 357), nach dem sich die Bestandteile der Ackererde in zwei Gruppen trennen lassen:

I. Die nicht kolloiden Bestandteile: Quarz, die krystallinen Fragmente von Silikaten; die einfachen Salze wie Calciumcarbonat, Phosphate, Chloride und Sulfate.

II. Die kolloiden Bestandteile:

a) die Humussubstanzen,
b) das kolloide Eisenoxyd,
c) die kolloide Kieselsäure,
d) die amorphen kolloiden Silikate.

Die Humussubstanzen bilden einen amorphen Komplex von Zersetzungsprodukten der Kohlehydrate, Eiweißsubstanzen usw.; sie sind mit den kolloiden Silikatteilchen zusammengebacken; außerdem haften an ihnen noch krystallinische Teilchen.

Die amorphen kolloiden Verwitterungssilikate sind als mechanische Gemenge von Adsorptionsverbindungen zu betrachten. Abgesehen von den Humussubstanzen, den einfachen Salzen, dem kolloiden Eisenoxyd und der kolloiden Kieselsäure unterscheidet van Bemmelen im Boden zwei Teile, das Verwitterungssilikat (abgekürzt *V. S*) und das unverwitterte Silikat (*U. V. S*), d. h. die unverwitterten krystallinischen Fragmente (Quarz, Feldspat usw.), das *V. S* kann in zwei Teile getrennt werden:

A. den durch HCl zersetzbaren Teil,
B. den durch H_2SO_4 zersetzbaren Teil.

Um A zu erhalten, werden 10 g Boden während 2 Stunden mit 150 ccm HCl von 1,19 s. G. gekocht. Die Lösung wird abfiltriert, und die aus dem Silikat kolloid abgeschiedene Kieselsäure in verdünnter Lauge gelöst. In diesen beiden Lösungen werden bestimmt Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, P_2O_5 und SO_3. Die Summe der Prozentgehalte ergibt die Menge des durch Salzsäure

zersetzbaren *V. S*; das Molekularverhältnis der verschiedenen Stoffe auf Al_2O_3 = 1 gibt die Zusammensetzung. Dieser Teil A enthält wohl die wichtigsten kolloiden Stoffe des Bodens. Die Verhältniszahl $SiO_2 : Al_2O_3$ beträgt etwa 3.

Das von HCl unzersetzte Silikat wird nach der Methode von A. Sabeck (Chem. Ind. 1902, **25**) mit konzentrierter H_2SO_4 behandelt. Dies Verwitterungssilikat B nennt van Bemmelen kaolinartig, da die Verhältniszahl $SiO_2 : Al_2O_3$ ungefähr 2 beträgt. Die schwere Zersetzbarkeit macht es nach van Bemmelen wahrscheinlich, daß dies kaolinartige Silikat krystallinem Kaolinit nahe steht und vielleicht mikrokrystallin ist. Es bleibt dann weiter fraglich, ob es ein primäres kolloides Verwitterungsprodukt des ursprünglichen Silikates ist, welches langsam in ein krystallinisches umgesetzt ist, oder ein primäres krystallinisches Verwitterungsprodukt. Hissink hält das *V. S* B vorläufig für amorph. Es wäre wichtig, zu untersuchen, inwiefern das Silikat B für die Fruchtbarkeit des Bodens von Belang ist. Der in konzentrierter H_2SO_4 unlösliche Rest ist krystallin; er wird mit HF aufgeschlossen und analysiert.

Die Menge des lose und fest gebundenen Wassers, die Menge der Humusstoffe, die Menge des Silikates A (wozu dann noch das kolloide Eisenhydroxyd und die kolloide Kieselsäure zu rechnen sind) und die Menge des Silikates B geben den besten Aufschluß über den Gehalt des Bodens an kolloiden Bestandteilen.

Der Verwitterungskomplex der Ackererde (A + B) ist zu betrachten als ein mechanisches Gemenge von leicht zersetzbaren Absorptionsverbindungen, sowohl mineralischen wie organischen, und von weniger leicht zersetzbaren kolloiden Komplexen, von denen es noch fraglich bleibt, ob sie als Absorptionsverbindungen oder als chemische Verbindungen im kolloiden Zustand zu betrachten sind.

Die von Säuren am leichtesten zersetzbaren Teile der Ackererde haben das größte Absorptionsvermögen, sowohl für Wasser, wie für die wichtigsten Pflanzennährstoffe. Dies Absorptionsvermögen der Ackererde geht dann auch bei Behandlung mit verdünnter Salzsäure stark zurück, falls nach Behandlung mit Salzsäure die kolloid abgeschiedene Kieselsäure durch Lauge entfernt wird.

Diese von van Bemmelen stammende Methode zur Bestimmung der kolloiden Substanz im Boden hat Hissink mit der von K. Endell (Ausz. diese Zeitschr. **51**, 642, und N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. **31**, 43—54) angegebenen quantitativen Färbungsmethode verglichen.

Die Untersuchung der gleichen Probe vermittels dieser beiden Methoden ergab eine ziemlich gute Übereinstimmung. Es wäre wünschenswert, die Methode van Bemmelen's mit der Färbungsmethode zu vergleichen, da bei dem geringen Zahlenmaterial vorläufig keine weiteren Schlüsse gezogen werden können.

Ref.: K. Endell.

2. R. Rieke (in Berlin): **Über die Wirkung löslicher Sulfate auf Kaoline und Tone** (Sprechsaal für Keramik 1910, Nr. 48—51).

Werden lösliche Sulfate in geringer Menge einem wässerigen Tonbrei zugesetzt, so erhöhen sie dessen Zähigkeit. Besonders stark wirken $CaSO_4$, die Sulfate der Schwermetalle und $Al_2(SO_4)_3$. Die Wirkung auf einen plastischen Ton ist stärker als auf Zettlitzer Kaolin, besonders bei $Al_2(SO_4)_3$. Die Alkalisulfate wirken nur in ganz geringen Mengen versteifend; etwas größere Mengen verflüssigen wieder; bei noch größerem Zusatz nimmt die Zähigkeit wieder ziemlich beträchtlich zu. Analog verhalten sich $ZnSO_4$ und $CuSO_4$.

Kaoline absorbieren lösliche Sulfate, doch ist diese Absorption bei Alkali-, Magnesium- und Erdalkalisulfaten nur gering. Verdünnten Ferrosulfatlösungen wird ein Teil des Eisens durch Kaolin und Tone entzogen, wahrscheinlich in Form von Ferrihydroxyd, während die SO_4-Ionen fast vollständig in Lösung bleiben. Eine ähnliche Reaktion tritt bei Verwendung von Fe_2Cl_6 ein. Die Menge des absorbierten Fe hängt in jedem Fall von der Konzentration der verwendeten Elektrolytlösung ab. Der Absorptionsvorgang läßt sich durch eine der bekannten Absorptionsformeln ausdrücken. Ähnlich wie beim Eisen scheinen auch die Verhältnisse bei der Absorption von Al aus $Al_2(SO_4)_3$-Lösungen zu liegen.

Ref.: K. Endell.

3. **H. Blome** (in Rombach): **Beiträge zur Konstitution der Thomasschlacke** (Dissertation, Berlin, Technische Hochschule, 1910, 1—21).

Mischungen von Kalk, Phosphorsäure und Kieselsäure werden in einem eigens konstruierten Knallgasofen geschmolzen, die Temperatur optisch bestimmt und die Löslichkeit der Schmelzprodukte in 2 % Citronensäure nach Wagner ermittelt. Der Schmelzpunkt des Tetracalciumphosphates wird zu etwa 1870° gefunden. In dem binären System $4\,CaO.P_2O_5$—$2\,CaOSiO_2$ treten bei schneller Abkühlung hinsichtlich der Schmelzpunkte und der Citronensäurelöslichkeit 2 Maxima auf, und zwar bei den Molekularverhältnissen 1 : 1 und 1 : 4. Langsame Abkühlung begünstigt die Auskrystallisation eines hoch citratlöslichen Kalksilikophosphates unter Abscheidung von freiem Kalk. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um eine Doppelverbindung zwischen $4\,CaO.P_2O_5$ und $CaOSiO_3$ im Molekularverhältnis 1 : 1, die bereits von Stead und Ridsdale (Stahl und Eisen 1887, 557) in blauen monoklinen Krystallen aus der Thomasschlacke isoliert wurde.

Ref.: K. Endell.

4. **J. W. Cobb** (in Leeds): **Über die Synthese von Glasuren, Gläsern und anderen komplexen Silikaten** (Journ. Soc. Chem. Ind. 1910, 69—74, 250—259, 335—336, 399—404, 608—614, 799—802).

Aus dieser sehr umfangreichen Untersuchung verdienen besonders Synthesen von Silikaten und Aluminaten im festen Zustand erwähnt zu werden. Verf. erhitzte gefälltes $CaCO_3$ und SiO_2 (feinst gemahlener Quarz) im Molekularverhältnis 1 : 1 auf verschiedene Temperaturen wechselnde Zeiten und verfolgte durch die in kalter normaler Salzsäure während einer Stunde gelöste SiO_2-Menge das Fortschreiten der Silikatbildung. Nach 28stündiger Erhitzung auf 800° war keine Kohlensäure mehr festzustellen, die lösliche Kieselsäure betrug 2,5 %. Nach 1stündigem Erhitzen auf 1100° gingen bereits 5,8 %, nach 1stündigem Erhitzen auf 1200° 14,4 % SiO_2 in Lösung. Die auf 1200° erhitzte Masse war noch völlig locker. Kalksilikat und zwar, wie aus Versuchen mit $CaSO_4$ und SiO_2 zu schließen ist, zunächst Kalkorthosilikat bildet sich also im festen Zustand aus den reinen Komponenten bei Temperaturen, die weit unterhalb der Eutektiken liegen (1426° zwischen $CaSiO_3$ und SiO_2, 1440° zwischen $CaSiO_3$ und Ca_2SiO_4 nach A. L. Day und Mitarbeitern). Mit steigender Temperatur nimmt die Menge des zunächst entstandenen Orthosilikates ab, bis schließlich die geschmolzene Masse nur aus $CaSiO_3$ besteht.

Das durch n-HCl leicht zersetzbare Aluminat bildet sich in ähnlicher Weise bereits bei 850°. Na_2CO_3 und Al_2O_3 ergeben im Molekularverhältnis 1 : 1 ein lösliches Aluminat; die Reaktion beginnt bereits bei 720° und ist bei 1150°

beendet. Bei höherer Temperatur zerfällt das Aluminat $Na_2Al_2O_4$ in unlösliches Al_2O_3 und sich verflüchtigendes Na_2O. Bei 1400° haben sich 23% des ursprünglich vorhandenen Na_2O verflüchtigt, der unlösliche Rückstand besteht nur aus Al_2O_3. Ganz analoge Versuche führte der Verf. auch mit Mischungen der 3 bzw. 4 Komponenten Na_2O, CaO, Al_2O_3, SiO_2 mit dem gleichen Erfolg aus.

Als Erklärung dieser merkwürdigen Reaktion im festen Zustand vermutet der Verf. die Bildung einer dampfähnlichen Schicht »quasi vaporous film« von gleicher Zusammensetzung, die bei dem weit unterhalb der Reaktionstemperatur in flüssigem Zustand merklich flüchtigen Komponenten auftritt und dadurch die chemische Reaktion ermöglicht. (Daneben wirkt wahrscheinlich auch wahre Diffusion im festen Zustand, die in ihrer Wirkung von Sublimation unterhalb der Schmelztemperatur zurzeit nicht scharf getrennt werden kann. D. Ref.)

Ref.: K. Endell.

5. **J. W. Mellor** und **A. O. Holdcroft** (in Stoke-on-Trent): **Die chemische Konstitution der Kaolinitmoleküle** (Trans. Engl. Ceramic Soc., X, 1910/11, I, 94—120; Ref. Sprechsaal für Keramik, 1910, 565—566).

Reiner China clay, vom Typus der englischen Kaoline, wird bei etwa 500° unter H_2O-Verlust zersetzt. Die Erhitzungskurven zeigen bei 500° eine endotherme Reaktion; unter vermindertem Druck konnte bereits bei 400° deutlich Wasserverlust festgestellt werden. Der bei 600—700° entwässerte Kaolin ist leichter löslich als ursprünglicher oder über 1000° erhitzter. Die Verff. nehmen an, daß Kaolin bei etwa 500° in seine Komponenten H_2O, SiO_2 und Al_2O_3 zerfällt. Höher erhitzte Kaoline besitzen bei etwa 800°, geradeso wie die aus dem Nitrat gewonnene Tonerde, eine exotherme Reaktion, die mit einer molekularen Umlagerung der freien Tonerde in Zusammenhang gebracht wird.

Kaolin von Cornwall, der durch langes Erhitzen auf 600—640° bis zu 1,04% H_2O entwässert war, wurde im Autoklaven mit Wasser bei einem Druck von etwa 200 Atm. auf 300° erhitzt. Nach dem Trocknen im Dampfschrank und über Phosphorpentoxyd im Vakuum betrug der Glühverlust 3,63%, die Wasseraufnahme also 3,63—1,04 = rund 2,5%. Der rehydratisierte Kaolin ist unplastisch.

Außerdem wurden noch Bestimmungen der Hygroskopizität und des spezifischen Gewichts von auf verschiedene Temperaturen erhitztem Kaolin, Kieselsäure und Tonerde vorgenommen. Diese Ergebnisse stützen die Annahme des Zerfalls des Kaolinmoleküls bei etwa 500°. Dafür spricht auch die leichte Sillimanitbildung in hoch erhitztem Kaolin, die eine Wiedervereinigung der freien Tonerde mit einem Teil der beim Wasserverlust freigewordenen Kieselsäure darstellt.

Ref.: K. Endell.

6. **V. Dürrfeld** (in Varel, Oldenburg, früher in Straßburg i. E.): **Mineralien von Urbeis (Weilertal) und Markirch** (Mitt. d. Geolog. Landesanst. von Els.-Lothr., 7, Heft 3, 293—310). (Anschließend an den Auszug diese Zeitschr. **49**, 512).

6. Fahlerz von Markirch. An Fahlerz der I. Generation (vgl. Ausz. diese Zeitschr. 47, 303—307) wurde {321} als Vizinalfläche (neu für Markirch) beobachtet. Außerdem wurde {954} als für Fahlerz neue Form beobachtet.

(112) : (549) 3° 54′ gem. 3° 51′ ber.

7. Proustit von Markirch. Zu den von Dürr (Ausz. diese Zeitschr. 47, 306) angegebenen Flächen tritt noch $\{11\bar{2}6\}$.

8. Bleiglanz, in gediegen Arsen eingewachsen, von der Grube »Gabe Gottes«.

9. Nadel- und haarförmiger Kupferkies in regelmäßiger Verwachsung mit Fahlerz von Markirch.

10. Fahlerz von der Grube St. Sylvester bei Urbeis zeigt $\{40.39.39\}$ als für Fahlerz neue Fläche.

$(112):(39.39.40)$ $18^0 38'$—$18^0 42'$ gem. $18^0 47'$ ber.

11. Datolith von Markirch zeigt $\{100\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{010\}$, $\{011\}$, $\{021\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{\bar{1}12\}$, $\{001\}$, $\{121\}$, $\{122\}$, $\{124\}$, $\{127\}$, $\{142\}$, $\{\bar{3}42\}$, $\{\bar{3}22\}$, $\{\bar{1}01\}$.

12. Pharmakolith von Markirch (Querschlag vom Tiefen Stollen nach Gabe Gottes zeigt auf Ablösungen und Klüften jüngeren Pharmakolith in halbkugelförmigen Polstern mit seidenglänzenden Nadeln. Krystalle von älterem Pharmakolith zeigen $\{010\}$, $\{310\}$, $\{011\}$, $\{32\bar{1}\}$ und ?$\{03\bar{1}\}$.

13. Realgar von Markirch $\{110\}$, $\{210\}$, $\{011\}$.

14. Calcit von Markirch, von einer Pharmakolithstufe, zeigt $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{9\bar{4}\bar{5}0\}$, $\{24.\bar{1}\bar{3}.\bar{1}\bar{1}.4\}$, $\{8\bar{3}\bar{5}2\}$, $\{52.\bar{1}\bar{3}.\bar{3}\bar{9}.4\}$.

15. Xanthokon von Markirch, mit schön orangegelber Farbe, auf Fahlerz.

16. und 17. Adular $\{110\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$ in Drusen von stark zersetztem Kersantit, mit bis 6 mm großen Magnetitkrystallen $\{111\}$, $\{110\}$.

18. Bleiglanz von Markirch zeigte auch (vgl. Dürr, diese Zeitschr. 47, 307) $\{110\}$. Zwillinge nach $\{111\}$.

19. Kupferkies von Markirch. Zu den von Dürr (Ausz. diese Zeitschr. 47, 306) angegebenen Formen treten nach $\{221\}$, $\{101\}$, $\{701\}$, letztere für Kupferkies neu.

	gem.	ber.
$(201):(701)$	$18^0 40'$ gem.	$18^0 39\frac{1}{2}'$ ber.
$(201):(70\bar{1})$	35 13	35 $9\frac{1}{2}$

20. Arseneisen (Löllingit) von Markirch. Die bisher als Arsenkies bezeichneten Krystalle erwiesen sich als Arseneisen (Fe 29,45; S 3,29 herrührend von Pyrit). Formen $\{302\}$, $\{320\}$. $a:b:c = 0,6894:1:1,1623$.

Ref.: E. Kaiser.

7. O. Stutzer (in Freiberg i. Sa.): **Über Graphitlagerstätten** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1910, 18, 10—17).

Die Graphitlagerstätten werden eingeteilt in:

1. Sedimentäre Graphitlagerstätten, entstanden durch Metamorphose kohlenstoffhaltiger Sedimente.

a) Krystalline Graphitlagerstätten (z. B. Bayern).
b) Dichte Graphitlagerstätten (z. B. Steiermark).

2. Eruptive Graphitlagerstätten, krystallisiert aus schmelzflüssigen, gasförmigen oder wässerigen Verbindungen, die alle einem eruptiven Herde entstammen.

a) Magmatische Graphitausscheidungen (z. B. Alibertgrube in Sibirien).
b) Graphitgänge (z. B. Ceylon).
c) Graphitimprägnationen (z. B. Böhmen und Bayern im Sinne Weinschenk's).

Bei Besprechung der magmatischen Graphitlagerstätten wird das Vorkommen mancher Graphite in Eruptivgesteinen auf die Einwirkung des Magmas auf sedimentäre Nebengesteine zurückgeführt, dagegen die Möglichkeit einer Entstehung des Graphits innerhalb einer schmelzflüssigen Lösung zugegeben. Bei der Besprechung der Graphitlagerstätten des bayerisch-böhmischen Waldes spricht sich Verf. gegen die von Weinschenk vertretene Ansicht (Ausz. diese Zeitschr. **32**, 194) aus, daß der gesamte Graphit eine postvulkanische Entstehung im Zusammenhang mit der dortigen Granitintrusion, gedacht als Zufuhr des Kohlenstoffgehaltes, besitze. Die von Weinschenk als mit der Graphitbildung gleichzeitig gedeutete Entstehung des Kaolins und Nontronits wird auf jüngere Vorgänge, Oberflächenzersetzung, zurückgeführt.

Ref.: E. Kaiser.

8. **J. H. L. Vogt** (in Trondhjem, früher in Christiania): **Über die Rödsand-Titaneisenerzlagerstätten in Norwegen** (Über Korund in Titaneisenerz, über »Titanomagnetit« als eine mechanische Mischung von Magnetit und Ilmenit, und über die magmatische Ausscheidung von Titaneisenerz indirekt und von titanfreiem Eisenerz direkt in sauren Eruptiven) (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1910, **18**, 59—67).

Innerhalb des sogen. Romsdalschen Grundgebirges zwischen Fanefjorden und Langfjorden tritt ein roter, gepreßter Kaligranit auf, in dem gabbroide Gesteine von faseriger Ausbildung Titaneisenerzaussonderungen führen. Das Erz besteht aus »Titanomagnetit« mit Hornblende, Granat, Biotit, Chlorit, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Bleiglanz und in winzigen Mengen Apatit. Zu Rödsand gesellt sich Korund hinzu, fast frei von Eisen. Auch Spinell, der bereits aus anderem Titanomagnetit Norwegens bekannt war, tritt auf.

Verf. und P. Farup haben den sogen. Titanomagnetit eingehender untersucht und weisen nach, daß es sich um eine mechanische Mischung von Magnetit und Ilmenit handelt, womit ältere mikroskopische Untersuchungen übereinstimmen (vgl. Ausz. diese Zeitschr. **42**, 518).

Die beschriebenen Titaneisenerzvorkommen sind durch Spaltung aus gabbroiden Magmen entstanden, die selbst als Teilmagmen eines Stammmagmas von granitischer Zusammensetzung aufzufassen sind. Ihnen werden gegenübergestellt die *Ti*-freien (oder beinahe *Ti*-freien) Eisen- oder Apatit-Eisenerze von den Gellivare- und den Südvaranger-Typen, von denen anzunehmen ist, daß sie direkt aus den sauren Eruptivmagmen ausgeschieden sind.

Ref.: E. Kaiser.

9. **R. Stappenbeck** (in Buenos-Aires): **Übersicht über die nutzbaren Lagerstätten Argentiniens und der Magelhaensländer** (Ebenda 67—81, 266 bis 268).

Unter Beifügung einer Karte der nutzbaren Lagerstätten wird das Auftreten der Erze von Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei, Antimon, Zinn, Wolfram, Selen, Vanadium, Kobalt, Nickel, Arsen, das Vorkommen von Stein- und Braunkohle (Lignit), Petroleum, Asphalt, Erdwachs, Boronatrocalcit, Alaun, Steinsalz, Edelsteinen und Halbedelsteinen (Turmalin, Beryll), Ornamentsteinen, Flußspat, Schwefel, Gips, Graphit, Speckstein, Chlorit, Asbest, Kieselgur und Guano besprochen.

Ref.: E. Kaiser.

10. M. Lazarevic (in Leoben): **Ein Beispiel der »Zeolith-Kupfer-Formation« im Andesitmassiv Ostserbiens** (Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1910, 18, 81—82).

Bei dem Dorfe Metovnica, n.-w. von Zaječar, zeigt im ersten Stadium der Propylitisierung befindlicher Hornblendeandesit in Hohlräumen Chabasit, Apophyllit, Calcit mit Kupferkrystallen {111}, diese zum Teil mit den Zeolithen verwachsen. Kupfer und Zeolithe werden als gleichwertige Produkte einer der postvulkanischen Phasen aufgefaßt. Ref.: E. Kaiser.

11. W. Hotz (in Buitenzorg, früher in Basel): **Die Fenillaz-Goldgänge bei Brusson (Piemont)** (Ebenda 94—104).

Das Gneißgebiet des Monte Rosa ist ausgezeichnet durch einen Reichtum an goldführenden Quarzgängen, von denen die von Brusson im Val Evançon, etwa 10 km n. von Verres, ein System verfalteter krystalliner Schiefer, Kalke (Trias) und Grünschiefer (Jura) durchsetzen. Die Gangmasse besteht aus massigem, dichtem oder aus drusigem, lockerem Quarz (über die Zwillinge vgl. Zyndel, diese Zeitschr. **53**, 28), mit Einsprengungen gelegentlicher Nester und Schnüre von Pyrit. In Hohlräumen sitzen Hohlpseudomorphosen von Brauneisen nach Pyrit; außerdem kommen gelegentlich Antimonfahlerz, seltener Bleiglanz, Kupferkies vor. Gold tritt nur als Freigold auf (weitere Angaben bei Colomba, Ausz. diese Zeitschr. **46**, 474), meist an die braungefärbten, noch Limonitreste aufweisenden Partien des drusigen Quarzes gebunden, dort reiche Ansammlungen bildend. Die Verteilung des Goldes ist in dem Fenillazgange ganz unregelmäßig, ist aber stellenweise besonders reich (bis 40 kg Gold auf 462 kg Quarz) in den Teilen, wo der Gang den Glimmerschiefer in der Nähe des Kalkes durchsetzt, während dort, wo Kalk das Nebengestein bildet, kein Gold gefunden wurde. Die Vorkommen gehören zu Bildungen der Zementationszone.

Ref.: E. Kaiser.

12. E. Wittich (in Mexiko): **Über das Vorkommen von Wismut in der Sierra von Santa Rosa, Staat Guanajuato in Mexiko** (Ebenda 119—121).

Wismuterze wurden auf der Grube »La Industrial«, gebunden an eine Zertrümmerungslinie im Rhyolith, die parallel dem Gebirge verläuft, ausgebeutet. Gangmasse: Quarz, Galapiktit, Smektit, Fluorit, Baryt. Erze: Guanajuatit bildet die Hauptmasse des Erzes {110}; {100}, {010}, $\{hk0\}$, $\{h0k\}$; spez. Gew. 6,25—6,97; Silaonit; Bismutosphärit; *Se*-haltiger Bismutin; Pyrit; gelegentlich Molybdänglanz; Arsenkies. Ref.: E. Kaiser.

13. Derselbe: Zinnerze in der Sierra von Guanajuato (Mexiko) (Ebenda 121—123).

Zinnerz tritt in unregelmäßigen Gängen im Rhyolith in derben Konkretionen von schaligem Aufbau und in stalaktitischen Bildungen in Begleitung von Eisenglanz auf. Am Cerro Estaño wurde Raspit beobachtet. Decken in Rhyolithtuffen sind mit Zinnerz und Roteisen imprägniert. Alluviale Zinnerzseifen sind weit verbreitet. Vom Cerro Gigante im Zinnlager von Hacienda Tlachiquera stammen Pseudomorphosen von Markasit. Ref.: E. Kaiser.

14. E. Rimann (in Rio de Janeiro): **Magmatische Ausscheidung von Zinkblende in Granit** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1910, 18, 123—124).

Arsen-, Kupfer-, Magnet-, Schwefelkies und Zinkblende führt ein Granitgang im Riesengebirgsgranit bei Schmiedeberg in Schlesien.

Ref.: E. Kaiser.

15. L. Waagen (in Wien): **Die Zink- und Bleierzlagerstätte des Berges Izremec bei Lakatnik (Bulgarien)** (Ebenda 131—138).

Liaskalk als Schnüre eingelagert und als unregelmäßige Ausfüllungsmassen von Schichtfugen erscheinen Bleiglanz und Zinkerze (Kohlengalmei oder Smithsonit). Analysen von v. John: Bleierz: *Pb* 77,17, *Zn* 4,56, *Ag* 0,013; Smithsonit *Zn* 50,86, *Ag* 0,0046. Entstehung metasomatisch, aus aufsteigenden Lösungen thermalen Ursprungs. NNW. von Lakatnik in der Grube von H. Theodoreff treten Zinkblende und Bleiglanz auf, die als gleichzeitig gebildet mit dem erst besprochenen Vorkommen angesehen werden. Das Vorkommen vom Izremec-Berge entspricht dann einer höheren Zone.

Ref.: E. Kaiser.

16. Fr. Freise (in Aachen): **Über einige Mineralvorkommen der südlichen Serra dos Aymorés, Staat Espiritu Santo, Brasilien** (Ebenda 143 bis 146).

Ganggranite pegmatitischer Ausbildung führen große Muskovittafeln, Turmalin, Beryll, Monazit, Xenotim, Äschynit, Phenakit, Thorit. Der Monazit und die begleitenden Mineralien treten schlierenartig im Ganggranit auf. Monazit gelangt in die Flußseifen, wo bis zu 1 kg schwere Brocken gefunden wurden. Analyse: C_2O_3 31,21, ZrO_2 5,74, ThO_2 9,23, Fe_2O_3 4,22, Al_2O_3 0,32, CaO 1,11, P_2O_5 28,36, TiO_2 2,62, Ta_2O_5 1,16, SiO_2 10,14. In Geröllen wurden auch Zinnstein, Wolframit, Columbit gefunden. Das Flußgebiet des Pancas führt Gold in Alluvionen, Graphit in Linsen in Gneiß; Kaolin tritt in weiter Verbreitung auf.

Ref.: E. Kaiser.

17. J. Kuntz (in Berlin-Steglitz): **Über Goldvorkommen und Goldgewinnung in Madagaskar** (Ebenda 249—254).

Fast alles Gold wird aus Seifen gewonnen, die entweder an Quarzgeröll führende Flußläufe oder an den Laterit gebunden sind, der in der obersten Schicht deutlich goldhaltig ist. Die wichtigsten Vorkommen liegen in dem Randgebirge entlang der Ostküste von Diego Sucrez im Norden bis Fort Dauphin im Süden. Gneiß von Mevatanana und Dioritgabbro von Sahofa führen primäres Gold. Ausgebeutet wird primäres Gold aus Gneiß in Andranofito, Vahinambo und Tsimbolovolo.

Ref.: E. Kaiser.

18. K. A. Redlich (in Prag, früher in Leoben): **Zwei Limonitlagerstätten als Glieder der Sideritreihe in den Ostalpen** (Ebenda 258—260).

Die Limonitlagerstätten vom Brandberg bei Leoben und von Höllen bei Werfen werden auf die Umwandlung aus Kupferkies-Siderit-Lagerstätten zurückgeführt. An letzterem Vorkommen wurden Kupferkies, Pyrit, Zinnober neu gefunden.

Ref.: E. Kaiser.

19. Fr. Weiß (in Jena): **Vorkommen und Entstehung der Kaolinerden des ostthüringischen Buntsandsteinbeckens** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1910, **18**, 353—367).

Untersucht wurden die Kaolinvorkommen bei Eisenberg und Osterfeld sowie die Kaolinsandsteinbrüche bei Steinheid auf dem Thüringer Wald. Es wird gezeigt, daß an den beobachteten Punkten die Kaolinisierung primär und von oben nach unten vor sich gegangen ist. Die umwandelnden Lösungen sollen Kohlensäure und reduzierende organische Substanzen gewesen sein, die (zum Beweise werden die in der Nähe einiger Kaolinlagerstätten des ostthüringischen Buntsandsteinbeckens befindlichen Braunkohlenlager herangezogen) auf einst über den heutigen Kaolinlagerstätten befindlich gewesene Moore zurückgeführt werden. Versuche zeigen die Kaolinisierung von Lehm und Ton unter Anwendung von Moorwasser und CO_2, bezw. von Traubenzucker und Hefe.

Ref.: E. Kaiser.

20. A. Bergeat (in Königsberg i. Pr.): **Bemerkungen über das Kupfererzvorkommen zu Stadtberge in Westfalen** (Ebenda 367—372).

Das Erzlager ist gebunden als Imprägnation der Schiefermasse an einen bestimmten Horizont der Culmschiefer. Die Schiefer sind stark zerrüttet. Längs der Spalten und auf größere oder geringere Entfernung von diesen hat sich Kupfererz, ursprünglich wahrscheinlich in der Form von Kupferkies, angesiedelt. Eine nennenswerte Imprägnation des Gesteines selbst hat nicht stattgefunden, vielmehr liegt der Sitz des Kupfergehaltes in den Spalten, Spältchen und Kapillarklüften. Teufenunterschiede zeigen sich darin, daß in dem oberen Teil Kupfer, Kupferlasur, Malachit, Kupfervitriol, Rotkupfererz und Herrengrundit, tiefer aber sulfidische Erze auftreten.

Die Stadtberger Lagerstätten sind als epigenetische Spaltenfüllungen zu bezeichnen, mit sekundärer Veredelung und deutlichem Einfluß des Nebengesteines auf die Erzansiedelung.

Ref.: E. Kaiser.

21. R. Baldauf (in Dresden): **Über das Kryolithvorkommen in Grönland** (Ebenda 432—446).

R. Beck (in Freiberg i. Sa.): **Ergebnisse einer mikroskopischen Untersuchung von Ivigtut-Gesteinen** (Ebenda 440—443).

Nach einer allgemeinen Einleitung, die namentlich geschichtliche und bergwirtschaftliche Angaben über die Gewinnung des Kryolith, zum Teil unter Anlehnung an die ältere Literatur (vgl. u. a. Ausz. diese Zeitschr. **7**, 376; **10**, 525; **14**, 623; **24**, 87; **39**, 391; **50**, 283; **51**, 592), enthält, wird das Vorkommen zunächst genauer besprochen. Der Kryolith ist gebunden an einen Granit, der in stark metamorphosiertem Gneiß aufsetzt. Der Granit ist reich an Albit. Primär tritt Zirkon auf, während Kryolith und Eisenspat, Zinnerz, Bleiglanz, Kupferkies und andere Sulfide wie auch Ivigtit (Natronglimmer) später eingewandert sind. Der Granit ist umgewandelt, »offenbar durch Emanation von großem Fluorgehalt« in Greisen, in dem die Feldspäte verloren gegangen sind, an deren Stelle viel Quarz, zum Teil mit Krystallform, viel gelblicher Glimmer, Ivigtit, ferner auch in eingesprengter Verteilung Kryolith, Eisenspat, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies getreten sind. Kryolith und Eisenspat umschließen sich gegenseitig. Spärlich ist darin Zinnstein. Das Greisen enthält nach spektralanalytischer Bestimmung von G. Eberhard kein *Li*, dagegen a) *Al*, *Na*,

K, *Fe*, *Ca*, *Si* reichlich, b) *Zr*, *Nb*, *Sr* weniger reichlich, c) *Y*, *Mg*, *Ti*, *Sn*, *Pb*, *Zn*, *Cu* Spuren. Die äußeren Granitpartien sind weniger stark metamorphosiert. Zwischen dem Granit und dem Kryolithstock zeigt sich Pegmatit mit Feldspat, wesentlich rötlich-gelbem Mikroklin, Quarz, Ivigtit, weißem und schwarzem Kryolith, grünlichblauem und violettem bis schwarzem Fluorit, Eisenspat, Zinkblende, Bleiglanz, Kupfer- und Eisenkies, Zinnerz, Molybdänglanz, Columbit, Arsenkies, Zirkon, Eisenglanz. Im Pegmatit liegen ebenfalls zum Teil kryolithisierte Schollen von Granit.

Zwischen dem Granit und dem Kryolithstock liegt eine Grenzschale, eine jüngere Pegmatitausscheidung mit riesenporphyrischer Struktur, in dem eingewanderter Kryolith in selbständigen Bändern und auch eingewanderte sulfidische Erze in Schnüren angeordnet sind.

Der Kryolithstock ist nach allen Richtungen von feinen Spalten durchzogen, von denen Lösungserscheinungen ausgehen; in den gebildeten Hohlräumen zeigen sich Pachnolith, Thomsenolith usw. Rauchgrauer bis schwarzer Kryolith (ebenso wie der dunkelrotbraune Fluorit radioaktiv) durchsetzt, ebenso wie den jüngeren Pegmatit, auch den Kryolithstock. Eisenspat bildet in schönen scharfen Rhomboëdern bis zu 20 % der ganzen Masse und ist zum Teil in Zonen parallel zur Kryolithgrenze eingelagert. Im Kryolithstock wurden noch beobachtet: Quarz, Bleiglanz (in den oberen Partien mit 0,7 %, in den unteren 0,35 % *Ag*), Zinkblende, Kupferkies, Pyrit, Hagemannit, Kryolithionit, Topas, Fluorit, Ivigtit und die schon früher erwähnten Umsetzungsprodukte des Kryolith.

Die Entstehung der Kryolithlagerstätte ist auf einen granitischen Ausbruch zurückzuführen, an den sich eine Pegmatitinjektion in die zum Teil zersprengte Granithülle anschloß. Die letzten Ausbrüche des Magmas lieferten den Kryolithstock, bei denen reichliche Anwendung von fluorhaltigem Magma anzunehmen ist. Die fluorhaltigen Gase drangen in die feinsten Spalten von Granit, Pegmatit und Grenzschale ein und leiteten die Kryolithisierung dieser Gesteine ein. Die Reihenfolge der Ausscheidung im Kryolithstocke war: Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Eisenspat, Eisenkies, Quarz, Kryolithionit, Kryolith, Fluorit. (Vgl. Ausz. dieses Heft S. 593).

Ref.: E. Kaiser.

22. Rachel Workman (in ?): **Kalkspat als primärer Gemengteil von Eruptivgesteinen** (Geol. Mag. 1911, 8, 193—201).

Auf den Inseln Alnö und Långörsholmen in der Höhe von Sundsvall im Botnischen Busen kommt Kalkspat in großer Menge vor als primärer Gemengteil von verschiedenen alkalireichen, in Gneiß intrusiven Eruptivgesteinen.

Die Gesteine bilden eine Reihe, von Nephelinsyenit durch zahlreiche Zwischenstufen zu einem grobkörnigen, gebänderten Kalk mit Nephelin, Ägirin usw. Stellenweise bildet der Kalkspat Kalkspatpegmatite in graphischer Verwachsung mit Olivin, Glimmer und Eisenerzen. Feinkörnige, in die obigen Gesteine intrusive Kalkgänge kommen auch vor.

In den Tiefengesteinen ist Kalkspat meist die jüngste Bildung: es sind aber auch porphyritische Kalkspatkrystalle in einem Nephelinsyenit gefunden worden.

Es werden folgende Mineralarten erwähnt: Orthoklas, Nephelin, Cancrinit (primär), Kalkspat, Pyroxen (Ägirinaugit und Ägirin), Biotit, Melanit, Titanit, Fluorapatit, Titanmagneteisen, Olivin; und, in den Kalksteinen, auch Pyrochlor, Knopit, Manganophyllit.

Ref.: H. L. Bowman.

23. G. H. Stanley (in Newcastle on Tyne?): **Über eine künstliche Darstellung von Zinkit** (Proc. Univ. Durham Phil. Soc. 1908, 3, 157).

Der Verf. hat die Bildung von orangeroten hexagonal-prismatischen Kryställchen von Zinkit mit pyramidaler Zuspitzung um den Deckel eines Rose'schen Tiegels beobachtet, indem er reines Zinkpulver im Wasserstoffstrom unter Anwesenheit von Chlorammonium zum Glühen erhitzte. Wird das Zink für sich erhitzt, so entstehen viel schmälere und längere farblose Nadeln.

Ref.: H. L. Bowman.

24. R. C. Burton (in Calcutta): **Über die Bildung von Kaolinit in Tonschiefern der Kohlenflöze** (Ebenda 1910, 4, 24—29).

Weißer, krystallinischer Kaolinit kommt in den Muschellagern der Kohlenflöze zu Whitley Bay und in der West Wylam Kohlengrube (bei Newcastle on Tyne) vor. Die in Tonschiefer eingebetteten Muscheln bestehen aus $CaCO_3$, mit einer Füllung von tonigem Siderit bzw. sekundärem Calcit, wobei das Muschelmaterial teilweise oder ganz durch Kaolinit (glänzende Schuppen und sechsseitige Täfelchen mit einer Dichte von 2,58) ersetzt ist. Nach Verf.s Ansicht ist der Kaolinit durch die Wirkung von CO_2-haltigem Wasser, dessen CO_2 aus der Luft oder auch von der Oxydierung von $FeCO_3$ herrührt, auf den tonigen Siderit der Muschellager gebildet worden. Analyse: SiO_2 40,91, Al_2O_3 41,53, H_2O 16,83; Summe 99,27; ein wenig CaO und Spuren von MgO, Na_2O sind auch vorhanden.

In der Duke-Kohlengrube zu Ashington findet sich Kaolinit in Spalten eines Tonschiefers. Er ist wahrscheinlich durch die Wirkung von CO_2 auf den Schiefer entstanden. Analyse: SiO_2 46,82, Al_2O_3 39,44, H_2O 13,93; Summe 100,19.

Ref.: H. L. Bowman.

25. D. Draper (in Johannesburg): **Die Diamantlagerstätten von Bagagem und Agua Suja im Staat Minas Geraës, Brasilien** (Trans. Geol. Soc. South Africa 1911, 14, 8—19).

Es werden Diamanten gefunden an mehreren Stellen in der Umgebung von Bagagem, im westlichen Teil von Minas Geraës, in den Flußseifen des Bagagem und gewisser Nebenflüsse desselben, sowie auf den zugehörigen Terrassen. Aus der sehr beschränkten Verbreitung der diamantführenden Seifen nur in gewissen Bächen, sowie aus der Beobachtung, daß die Diamanten aus den verschiedenen Vorkommen charakteristische Eigentümlichkeiten aufweisen, zieht der Verf. den Schluß, daß die Diamanten nicht aus der Abtragung eines weitverbreiteten Gesteinslagers, sondern aus irgendeinem an isolierten, von den Bächen durchschnittenen Stellen auftretenden Gestein herstammen.

Im Tale des Agua-Suja-Baches (eines kleinen Nebenflusses des Bagagem) treten die Diamanten auf neben Pyrop, Magnetit, Perowskit, Olivin, Ilmenit, Jaspis, Quarz, Rutil, Anatas, Turmalin, in dem roten, tonigen Zement einer »Taua« genannten Breccie, welche aus Eruptivgesteinen besteht und mit dem südafrikanischen Kimberlit eine Verwandtschaft aufweist. Die »Taua« enthält meistens Knollen von Pyroxenit (80%) mit einigen von Augitporphyrit, Granit, Schiefer, Sandstein usw. und liegt auf Schiefern mit einer intrusiven Masse von basischen Eruptivgesteinen (Pyroxenit, Augitporphyrit und verwittertem Eklogit (?)). Die ganze Breccie ist vielfach verwittert und opalisiert.

Der Verf. vermutet, daß die »Taua« durch die Abtragung des Pyroxenits und der anderen Gesteine entstanden sei, und später durch hydrothermische

Eruptionen, während welcher die Diamanten eingeführt wurden, verwittert worden sei. Er vermutet, daß die Diamanten in sämtlichen brasilianischen Seifen aus derartigen Ablagerungen herrühren.

Ref.: H. L. Bowman.

26. H. S. Harger (in Johannesburg): **Über das Vorkommen von Rubin in Kimberlit zu Koffyfontein** (Trans. Geol. Soc. of South Africa 1911, **14**, 64 bis 70).

Einige Krystalle und Bruchstücke von echtem Rubin von rötlicher Farbe und 1—7,5 Karat Gewicht, sowie ein durchsichtiger tiefroter Stein von 4 Karat sind in den Waschseifen der Koffyfontein-Grube (Oranje-Freistaat) gefunden worden. Die Krystalle waren faßförmige, hexagonale Prismen mit der Basis und zeigten Zwillingslamellen nach {100}. Sie zeigten keine Spur von Muttergestein, aber auf einem davon war etwas Graphit (?) vorhanden.

Es ist dies wohl das erste bekannte Vorkommen von Rubin in Kimberlit, obwohl Sapphir bereits zweimal gefunden worden ist (und zwar im Cyanit-Granat-Gestein (Victorite) in der Roberts-Victor-Grube und im Eklogit zu Jagersfontein). Der Verf. vermutet, daß die Rubine aus eingesprengten ultrabasischen, granatführenden Knollen, bzw. (mehr wahrscheinlich) aus Einsprenglingen von saueren schieferigen Gesteinen, welche beide zu Koffyfontein häufig sind, herrühren.

Ref.: H. L. Bowman.

27. G. S. Corstorphine (in Johannesburg): **Über einen diamantführenden Granat-Pyroxen-Knollen von der Roberts-Victor-Grube, Oranje-Freistaat** (Ebenda 71—73).

Der Verf. beschreibt ein Bruchstück eines ellipsoidischen Knollens von grobkörnigem Pyrop-Diopsid-Gestein aus dem Kimberlit der Roberts-Victor-Grube, in welchem sich ein Diamantkrystall von ungefähr 1 Karat befand. Dieser ist ein verzerrtes Oktaëder, mit den aus dieser Grube vielfach beobachteten treppenartigen Flächen, und war in Diopsid eingebettet. Der Verf. hält seine Ansicht (s. diese Zeitschr. **46**, 616), daß derartige Knollen Sekretionen aus dem Kimberlitmagma selbst darstellen (und zwar entweder als ältere Konkretionen aus dem sich abkühlenden Magma oder als Bruchstücke von jüngeren, in Spalten des schon teilweise festgewordenen Magmas, nach Art der Pegmatitgänge erstarrten Gängen), nicht aber als Einsprenglinge von Eklogit, aufrecht.

Ref.: H. L. Bowman.

28. L. L. Fermor (in Calcutta): **Über Braunitkrystalle von einigen neuen Fundorten** (Records Geol. Survey of India 1911, **41**, 43—45).

Außer den fünf schon früher erwähnten Fundorten des krystallisierten Braunits (diese Zeitschr. **50**, 270) sind Krystalle auch in folgenden Lokalitäten gefunden worden:

Thirori, Distrikt Balaghat (Centr.-Prov.). — Rauhe, matte Krystalle bis 2 cm Länge, sowie glänzende Krystalle bis 1 cm: $c\{001\}$, $p\{111\}$, $x\{421\}$, $y\{423\}$, $r\{865\}$? Meist Zwillinge nach $e\{101\}$.

Kachi Dhana, Distrikt Chhindwara (Centr.-Prov.). — Krystalle bis 1 cm Länge in rötlichem Feldspat: p, x.

Satak, Distrikt Nagpur (Centr.-Prov.). — Spindelförmige Krystalle bis 1 cm Länge in Feldspat: p, x.

Gariajhor, Staat Gangpar, Bengal. — Glänzende, mit Adern von Psilomelan (?) durchsetzte Krystalle mit herrschender Basis bis 1,4 cm Durchmesser: *c*, *p*, *x*, *a*.

Ref.: H. L. Bowman.

29. G. H. Tipper (in Calcutta): **Über das Vorkommen von Samarskit usw. im Distrikt Nellore, Präsidentschaft Madras** (Records Geol. Survey of India 1911, **41**, 210—213).

Der Samarskit kommt in Pegmatit vor in der Sankara-Glimmergrube, Raipur taluq, Distrikt Nellore, Madras, mit Eisengranat und Nestern von Eisenglanz und Magnetit, sowie Feldspäten, Quarz und dunkelgrünem Glimmer. Der Samarskit bildet eckige Massen bis 200 Pfund (keine Krystalle). Er ist glänzendschwarz an frischen Bruchflächen; stark radioaktiv; Bruch muschelig; Dichte 5,4 bis 5,7). Nach einer qualitativen Analyse sind Nb_2O_5, Ta_2O_5, Cer- und Yttererden, Fe, Ca und UO_2 (letzteres in sehr schwankender Menge) vorhanden.

Neben dem Samarskit findet man garbenförmige Aggregate blaß graubrauner Krystalle von Cyrtolith. ZrO_2 62,3, SiO_2 26,06, Fe_2O_3[1]) 5,41, Ce_2O_3 usw. Spuren, MnO Spur, U_3O_8 2,42, H_2O 3,3; Summe = 99,49. Dichte 4,09.

Lange, undurchsichtige, mattschwarze Prismen eines allanitähnlichen Minerals enthalten 17,8 % Nb_2O_5, 5,39 % U_3O_8 und 19,8 % Cererden. Dichte 3,05.

Ref.: H. L. Bowman.

30. C. Anderson (in Sydney): **Mineralogische Notizen, Nr. IX. Topas, Quarz, Monazit und andere australische Mineralien** (Records Australian Museum 1911, 8, 120—129).

Topas von Cow Flat, bei Torrington, Neu-Südwales. Lose, etwas abgenutzte, farblose pyramidale Krystalle, bis 1×1,4×1,6 cm: *m*{110}, *M*{230}, *l*{120}, *g*{130}, *O*{560}, *d*{201}, *f*{021}, *o*{221}, *u*{111}.

Topas von Tate River, Queensland. Glatte, glänzende Krystalle (0,4×0,6×0,7 cm), an der Spitze geätzt: *c*{001}, *m*{110}, *M*{230}, *l*{120}, *π*{250}, *g*{130}, *d*{201}, *h*{203}, *f*{021}, *y*{041}, *o*{221}, *u*{111}, *i*{223}, *v*{121}. Herrschende Formen *u*, *o*, *d*, bzw. *f*, *y*.

Topas von Stanthorpe, Queensland. Ein klarer, farbloser Krystall (0,4×0,6×1,0 cm), mit geätzten und gerieften Endflächen, zeigt: *b*{010}, *m*{110}, *M*{230}, *l*{120}, *d*{201}, *f*{021}, *y*{041}, *o*{221}, *u*{111}. Herrschend *f*, *y*, *m*. Ein hellblauer Krystall (1,2×1,3×1,8 cm), auf *f* stark gerieft und mit rechteckigen Ätzfiguren auf *m*: *c*{001}, *b*{010,} *m*{110}, *M*{230}, *l*{120}, *g*{130}, *n*?{140}, *d*{201}, *h*{203}, *f*{021}, *o*{221}, *u*{111}. Herrschend *f*, *m*, *l*.

Topas von den Lancewood-Zinngruben, Chillagoe, Queensland. Ein bläulicher Krystall (1,3×1,6×1,5 cm): *f*{021}, *m*{110}, *l*{120}, *b*{010}, *M*{230}, *o*{221}. Herrschend *f*, *m*, *l*.

Tetraëdrit von der Hercules-Mine, Mt. Read, Tasmanien. Kleine, glänzende Krystalle: *o*{111}, *o'*{1$\bar{1}$1}, *d*{110}, *n*{211}, *r*{332}, in Drusen mit Rhomboëdern von Calcit und Siderit.

---

1) Einschließlich Spuren von ZrO_2.

Gyps von Mt. Elliott, Cloncurry, Queensland. Farblose, durchsichtige Krystalle (0,5×0,2×0,2 cm) zeigten: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $z\{310\}$, $\alpha\{210\}$, $\psi\{320\}$, $m\{110\}$, $\delta\{350\}$, $h\{120\}$, $k\{130\}$, $l\{111\}$, $n\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{3}13\}$. Herrschend m, l, b.

Quarz von Moonbi, Neu-Südwales. Zwilling nach $\xi\{11\bar{2}2\}$, von 2 cm Höhe: $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $z\{01\bar{1}1\}$, $s\{11\bar{2}1\}$.

Quarz von Nundle, Neu-Südwales. Zwilling nach ξ, von 2,7 cm Höhe, (m, r, z, x, s).

Quarz von Heffernan's Lease, Torrington, Neu-Südwales. Zwilling nach ξ mit Beryll.

Wulfenit von der Junction Mine, Broken Hill, Neu-Südwales. Kleine hellrote Krystalle (0,3 cm Durchmesser): $c\{001\}$, $m\{110\}$, $g\{310\}$, $k\{210\}$, $e\{101\}$, $n\{111\}$. Habitus pyramidal mit herrschender c, bzw. mit k, n, c. Ausbildung nicht hemimorph.

Wulfenit von Leigh Creek, Südaustralien. Kleine braune Krystalle: $n\{111\}$.

Monazit von King's Bluff, Olary, Südaustralien. Rotbraune Krystalle, bis 0'5 cm, von der King's-Bluff-Goldgrube. Einfache Krystalle sowie Zwillinge nach $a\{100\}$-Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $w\{101\}$, $x\{\bar{1}01\}$, $e\{011\}$, $r\{111\}$, $s\{121\}$, $f\{112\}$, λ[1] $\{212\}$, $v\{\bar{1}11\}$, $t\{\bar{2}12\}$, $o\{\bar{1}21\}$, $i\{\bar{2}11\}$, $z\{\bar{3}11\}$.

Ref.: H. L. Bowman.

31. H. F. Dawes (in ?): **Über die Dispersion der Drehung beim Quarz** (Trans. Roy. Soc. Canada 1911, 5, Sect. III, 13—15).

Indem er die Streifen auf einem mit einer Quarzplatte von 3,85 cm Dicke erhaltenen photographischen Spektrum gemessen hat, hat der Verf. das Drehungsvermögen von Quarz für verschiedene Wellenlängen bestimmt.

Für die den dunklen Streifen entsprechenden Wellenlängen, $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$, sind die Drehungswinkel A_0, $A_0 + 180^0$, $A_0 + 2 \times 180^0$, ... $A_0 + n \times 180^0$. Als Analysator und Polarisator wurden entsprechend geneigte Platten Flußspat angewendet.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

$\lambda \times 10^7$ mm	Drehung pro mm	$\lambda \times 10^7$ mm	Drehung pro mm
7252	14,03⁰	3480	70,13⁰
6460	18,70	3380	74,81
5670	23,38	3290	79,48
5190	28,05	3210	84,16
4860	32,73	3140	88,83
4595	37,40	3070	93,51
4355	42,08	3010	98,18
4155	46,75	2950	102,86
3980	51,43	2900	107,53
3830	56,10	2850	112,21
3700	60,78	2800	116,88
3590	65,45	2755	121,56

1) Neue Form.

$\lambda \times 10^7$ mm	Drehung pro mm	$\lambda \times 10^7$ mm	Drehung pro mm
2715	126,23⁰	2430	168,31
2675	130,91	2405	172,99
2635	135,78	2380	177,66⁰
2600	140,26	2355	182,34
2565	144,93	2330	187,01
2535	149,61	2310	191,69
2505	154,28	2290	196,37
2480	158,96	2270	201,04
2455	163,64		

Die Resultate stimmen besser mit der Boltzmann'schen Dispersionsformel: $R = \frac{7,1083 \times 10^{-6}}{\lambda^2} + \frac{0,1477 \times 10^{-13}}{\lambda^4}$, als mit der Stefan'schen Formel: $R = -1,581 + \frac{8,0403 \times 10^{-6}}{\lambda^4}$ überein. Die auf Elektronentheorie beruhende Formel von Drude: $R = \left(\frac{12,200}{\lambda^2 - \lambda_1^2} - \frac{5,046}{\lambda^2}\right) \times 10^{-6}$, scheint eine beinahe genaue Übereinstimmung durch die ganze Reihe von Wellenlängen zu liefern.

Ref.: H. L. Bowman.

32. T. Crook (in London, Imperial Institute): **Einige Betrachtungen über Pleochroismus und Idiophanismus der Mineralplatten** (Min. Mag. 1911, 16, 1—29).

Der Verfasser beschäftigt sich in dieser Abhandlung mit Erscheinungen, welche bei Betrachtung von Platten pleochroitischer Mineralien im gewöhnlichen Lichte beobachtet werden. Bei senkrechter Incidenz der Lichtstrahlen sieht man die sogen. Haidinger'schen Flächenfarben; bei schiefer Incidenz können unter Umständen die »Axenfarben« vorherrschen, da ein bedeutender Teil des Lichtes infolge der Brechungs- und der Reflexionserscheinungen polarisiert wird.

Die pleochroitischen Platten werden, je nach dem Verhalten der in der Plattenebene liegenden Schwingungsrichtungen in zwei bzw. vier Gruppen eingeteilt, und es werden die hier zu beobachtenden Erscheinungen bei Beobachtung im 1. parallelen und 2. konvergenten gewöhnlichen Licht besprochen. So z. B. gestattet die Reflexionspolarisation bei genügend schiefem Einfallswinkel des Lichtbündels die Axenfarben an Basalplatten des Phlogopits zu beobachten.

Die Spaltungsplatten des hellen Glimmers lassen bei hinreichend großer Dicke mehr Licht durch beim schiefen als beim senkrechten Einfall des Lichtes; dieser Pleochroismus ist ein scheinbarer und ist der Wirkung von vielen parallelen Spaltungsebenen zuzuschreiben.

Die Erscheinung der sogen. Absorptionsbüschel wird vom Verf. von demselben Standpunkte betrachtet; die Wirkung des senkrechten und schiefen Einfalles der Strahlen kommt hier zugleich zum Vorschein. Auf diese Auseinandersetzungen kann hier nicht näher eingegangen werden. Amethyst zeigt ein von dem für optisch einaxige Krystalle charakteristischen abweichendes Verhalten, indem hier eine sehr starke Änderung der Absorption mit der Schwingungsrichtung für die zur Axe

senkrechten Schwingungen erfolgt; ein Hauptschnitt desselben Krystalles läßt nur Spuren eines Dichroismus erkennen.

Auch die Entstehung der idiophanen Interferenzbilder, welche man bei Betrachtung der Absorptionsbilder durch einen Nikol sieht, wird vom Verf. der Reflexionspolarisation zugeschrieben. — Es wird angegeben, daß man die Interferenzfigur eines optisch zweiaxigen Krystalles beobachtet, wenn man eine etwa 2 mm dicke, durch Spaltung erhaltene, farblose Topasplatte dicht ans Auge hält und so dreht, daß die Axenebene in der Einfallsebene des Lichtes liegt und in der Richtung einer der Axen hinschaut.

Ref.: St. Kreutz.

33. J. H. Collins (in Crinnis, Par Station, Cornwall): **Ergänzende Bemerkungen über Holzzinnerz** (Min. Mag. 1911, **16**, 30—34).

Der Verf. hat schon früher (Mineral. Magazin 1880, **4**; 1883, **5**) eine radialfaserige Varietät des Zinnerzes von Cornwall, welches als Holzzinnerz bekannt ist, beschrieben und angegeben, daß es im Gegensatz zu den Kassiteritkrystallen stets opak ist. Das Holzzinnerz ist oft von Kassiteritkrystallen umgeben. In solchen Fällen hat man folgende Reihenfolge der Erzausscheidung anzunehmen: a) Ausscheidung vom amorphen, vielleicht kolloidalen, eisenhaltigen Zinnerz in aufeinanderfolgenden Schichten. b) Graduelle Annahme der krystallinischen Struktur. c) Bildung deutlicher Kassiteritkrystalle, des Quarzes, Turmalins, Chlorits usw.; diese Mineralien füllen die Hohlräume aus, welche beim Übergang aus dem kolloidalen in den dichteren krystallinischen Zustand entstehen.

Diese Schlüsse werden nun durch Mitteilung einer größeren Reihe von Photographien, welche sich auf Holzzinnerze von Cornwall (Goss Moor, St. Denis; St. Enoder; Wheal Kitty, St. Agnes) und von Mexiko (Durango) beziehen, bekräftigt. Im Zusammenhang mit dem hier angenommenen, ursprünglich amorphen Zustand des Zinnerzes wird hingewiesen, daß das Holzzinnerz in Salzsäure manchmal merklich löslich ist.

Ref.: St. Kreutz.

34. H. E. Clarke und **H. L. Bowman** (in Oxford): **Über die Zusammensetzung eines mit dem Meteoritenschwarm am 22. Oktober 1903 in Dokáchi, Bengal, gefallenen Meteorsteins** (Ebenda 35—46).

An einer Schnittfläche beobachtet man eine graue Matrix mit wenigen bräunlichen Olivinkrystallen und Körnern von metallischem Eisen, Troilit und spärliche Chondren. Die äußere Kruste ist bräunlich.

Unter dem Mikroskop erkennt man, daß die Matrix aus einer feinkörnigen Mischung von Olivin und Bronzit besteht, in welcher unregelmäßige Körner des Nickeleisens und Troilit (in Spuren) stecken. Die Chondren bestehen aus Olivin, seltener aus Bronzit. Parallelgelagerte Glaseinschlüsse im Olivin wurden ebenfalls beobachtet. — Der Stein scheint der Tschermak'schen Gruppe der Chondrite (*Ci*) anzugehören.

Über das bei der chemischen Untersuchung angewandte Verfahren siehe Ref. diese Zeitschr. 1913, **52**, 90.

Die mineralogische Zusammensetzung des Steines läßt sich in Gewichtsprozenten durch folgende Zahlen ausdrücken:

Fe- } Legierung	17,45 %	
Ni- } Legierung	1,03	18,66 %
Co- } Legierung	0,18	
Magnetit		1,11
Troilit		4,10
Schreibersit		0,17
Chromit		0,05
Durch *HCl* zersetzbare Silikate		37,71
Durch *HCl* nicht zersetzbare Silikate		37,95
		99,73 %

Die durch *HCl* zersetzbaren Silikate gehören zum größten Teil dem Olivin von der Zusammensetzung: $Fe_2SiO_4 . Mg_2SiO_4$ an. Die nicht zersetzbaren bestehen aus einem eisenreichen (etwa 15 % *FeO*) und Al_2O_3-armen Pyroxen und vielleicht aus etwas Feldspat.

Ref.: St. Kreutz.

35. H. L. Bowman (in Oxford): **Über das Vorkommen des Bertrandits in Cheesewring Quarry, bei Liskeard, Cornwall** (Min. Mag. 1911, **16**, 47 bis 50).

Die Krystalle dieses seltenen Berylliumsilikats fanden sich in den Spalten des Granits zusammen mit Quarz, mit farblosem oder blauem Flußspat und kleinen Nädelchen grünlichen Turmalins. Auf den Wänden der Spalte sitzen Feldspat-, Flußspat- und Quarzkrystalle auf. Tiefer finden sich Wolframitkrystalle, Pyrit, Torbernit (in Spuren) und selten Anatas und Zinkblende.

Die Bertranditkrystalle sind tafelförmig nach $c\{001\}$, gewöhnlich 2—3 mm lang und 0,3 mm dick, erreichen aber auch 11 mm Länge und 0,8 mm Dicke.

Spaltbarkeit $\| b\{010\}$ vollkommen, $\| \{110\}$ gut.

Beobachtete Formen: $i\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $f\{130\}$, $a\{100\}$.

An einem Krystalle wurde noch die Form $\eta\{021\}$ beobachtet. Die Flächen m und b zeigen eine Vertikalriefung.

Die farblosen Krystalle zeigen an $\{001\}$ eine starke Doppelbrechung; die Axenebene ist $\| b\{010\}$, der Axenwinkel ist groß, opt. (+). Der scheinbare Axenwinkel in Olivenöl ($\mu = 1,47$) gemessen: $2\,Ho = 122^0 30'$ (*Na*-Licht). Brechungsindices: $\alpha = 1,584$, $\beta = 1,603$, $\gamma = 1,611$, $2V = 73^0$ (*Na*-Licht. Eine Abweichung von der rhombischen Symmetrie konnte nicht festgestellt werden.

Spez. Gew. 2,604. Die Krystalle sind stark pyroelektrisch.

Von den mitvorkommenden Mineralien zeigt der Flußspat die Flächen $\{100\}$, $\{111\}$ und $\{731\}$, der Anatas kommt in schwarzen bipyramidalen Krystallen mit $p\{111\}$ und $c\{001\}$ vor. Der Torbernit bildet dunkelgrüne Krystalle, welche entweder tafelförmig oder bipyramidal und den Anataskrystallen ähnlich sind. In der Nähe wurde Autunit gefunden, er ist aber mit dem Bertrandit nicht vergesellschaftet. In demselben Steinbruch wurden auch tafelige Apatitkrystalle, Quarz, Orthoklaszwillinge und Gilbertit gefunden.

Es ist bemerkenswert, daß der Bertrandit hier nicht mit dem Beryll vergesellschaftet ist; man nimmt gewöhnlich an, daß er aus dem Beryll entsteht.

Ref.: St. Kreutz.

36. H. L. Bowman (in Oxford): **Eine Notiz über die Konstruktion von Modellen, welche zur Illustrierung der Theorien der Krystallstruktur dienen** (Min. Mag. 1911, 16, 51—53).

Der Verf. gibt eine genaue Beschreibung von Modellen, welche er sich im Anschluß an die von Sohncke beschriebenen Modelle hergestellt hat, an. Die Beschreibung kann zugleich als Anleitung zur Anfertigung solcher Modelle dienen.

Ref.: St. Kreutz.

37. A. Russel (in Reading): **Über das Vorkommen des Phenakits in Cornwall** (Ebenda 55—62).

Dieses für England neue Mineral wird vom Verf. aus fünf verschiedenen Lokalitäten Cornwalls beschrieben.

1. a) Cheesewring Quarry, Linkinhorne, Cornwall. Es wurden hier nur 3 kleine Phenakitkrystalle vom Verf. gefunden. Krystallform: $a\{11\bar{2}0\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$. Die Flächen der beiden ersten Formen sind vertikal gerieft. Spez. Gew. 2,98.

Die Phenakitkrystalle sitzen auf einer Kruste von Chlorit auf und sind mit Quarz, mit kleinen Flußspatoktaëdern und Bertrandit (siehe Ref. S. 582) vergesellschaftet. Sie haben sich in einer Spalte eines körnigen Muskovit-Turmalingranits gebildet.

b) South Phoenix Mine, Linkinhorne, Cornwall. Die Phenakitkrystalle stammen hier aus einem Erzgange her, und an den betreffenden Stufen sieht man grünlichweißen Quarz, Limonit, Turmalin und wenig Kassiterit. Das Vorkommen ist also von dem Vorkommen 1. a) verschieden, obwohl es vom letzteren nur $\frac{3}{4}$ engl. Meilen entfernt ist. Die Krystalle zeigen nach der Bestimmung von L. J. Spencer folgende Formen: $a\{11\bar{2}0\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $d\{01\bar{1}2\}$, $p\{11\bar{2}3\}$, $s_1\{3\bar{1}\bar{2}1\}$, $x\{12\bar{3}2\}$. Der Habitus der Krystalle ist durch die Flächen x und r bedingt.

2. St. Agnes, Cornwall. Eine lose Gruppe von Phenakitkrystallen, welche nach L. J. Spencer folgende Formen zeigen: $a\{11\bar{2}0\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $d\{01\bar{1}2\}$, $p_1\{2\bar{1}\bar{1}3\}$, $s\{21\bar{3}1\}$, $x_1\{\bar{1}3\bar{2}2\}$. Spez. Gew. 2,98.

3. South Crofty Mine, Illogan, Cornwall. An einer Stufe sitzen dicht aneinander gedrängte, farblose, bis $2\frac{1}{2}$ cm lange prismatische Krystalle, an welchen man $m\{10\bar{1}0\}$ und $a\{11\bar{2}0\}$ erkennt. Br.-Index etwa 1,65, Spaltbarkeit undeutlich, Härte etwa $7\frac{1}{2}$, Spez. Gew. 2,98.

Die Unterlage besteht aus Chlorit, welcher zahlreiche Misspickel- und Kassiteritkrystalle einschließt. Sonst ist noch Quarz und Flußspat vorhanden.

4. St. Day United Mines, Gwennap, Cornwall. Der Phenakit aus diesem Fundort war für Apatit gehalten und ist als solcher beschrieben worden. Beobachtete Formen: $a\{11\bar{2}0\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $d\{01\bar{1}2\}$, $x\{12\bar{3}2\}$.

5. Wheal Gorland, Gwennap, Cornwall. Die auf einer Halde gefundene Krystallgruppe stammt aus einem Erzgang, welcher aus Wolframit, Chalkopyrit, Blende, Quarz, Flußspat und Chlorit besteht und zuweilen auch gediegen Kupfer und Cuprit enthält. Im Chlorit sind zahlreiche Misspickelkrystalle eingeschlossen. Die prismatischen Krystalle zeigen die Formen: $a\{11\bar{2}0\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $d\{01\bar{1}2\}$ (klein), $x\{12\bar{3}2\}$.

Eine Revision der alten Stufen von Cornwall wird wahrscheinlich zur Auffindung zahlreicher Phenakite führen.

Ref.: St. Kreutz.

38. F. H. Butler (in London): **Die Naturgeschichte des Kaolins** (Min. Mag. 1911, **16**, 63—70).

In dem Kohlenbecken des Ost-Glanmorganshire's wurde in einer Kohle und Feuerthone enthaltenden Schicht ein weißes Mineral gefunden, welches als Kaolin erkannt wurde. Nach T. Crook besteht das Pulver aus kleinen hexagonalen Täfelchen, deren Brechungsindex $n = 1,56—1,57$ ist. Die Wasserbestimmung ergab 13,78 % H_2O.

Das Vorkommen von Kaolin im Karbon (in Spalten) und in anderen sedimentären Gesteinen wurde schon mehrmals beobachtet; der Verf. beschäftigt sich mit der Entstehung des Kaolins in den Kohlenflözen. Die Annahme, daß das oberflächliche Wasser, welches durch Oxydation des Pyrits entstandene Schwefelsäure führt, die Zersetzung der Feldspate und die Entstehung des Kaolins bewirkte, ist im obenerwähnten Falle (Glanmorganshire) unhaltbar; der Verf. nimmt an, daß die Kaolinisierung der Feldspäte unter dem Einfluß des kohlensäurehaltigen Wassers erfolgte. Für die Anwesenheit der Kohlensäure in den zirkulierenden Wässern spricht der Umstand, daß Kalkspat und Dolomit als Ausfüllung der Spalte angetroffen werden.

Die Bildung des Kaolins, des Muskovits und des Quarzes unter dem Einfluß der Kohlensäure verläuft nach folgendem Schema:

$$\text{Orthoklas } K_2Al_2Si_6O_{16} + H_2CO_3 = H_2Al_2Si_6O_{16} + K_2CO_3$$
$$H_2Al_2Si_6O_{16} = H_2Al_2Si_2O_8 + 4SiO_2 .$$

Über die Verbindung $H_2Al_2Si_2O_8$ vgl. bei Morozewicz, Ref. diese Zeitschrift 1910, **48**, 523;

$$3H_2Al_2Si_2O_8 + K_2CO_3 = 2KH_2Al_3Si_3O_{12} \text{ (Muskovit)} + H_2O + CO_2 .$$

Die freiwerdende Kohlensäure beginnt von neuem die Zersetzungsaktion des Feldspates, es genügt also eine relativ unbedeutende Menge der Kohlensäure, um eine größere Menge von Feldspat in Kaolin und Muskovit umzuwandeln.

Ref.: St. Kreutz.

39. G. F. Herbert Smith und **G. T. Prior** (in London): **Über Schwartzenbergit** (Ebenda 77—83).

Schwarzenbergit wurde von J. Domeyko im Jahre 1864 von Atakama als ein Bleioxychlorojodid beschrieben. Domeyko stellte die Formel: $2Pb(Cl_2J) . 3PbO$ auf.

Die nun von den Verff. untersuchten Stufen stammen aus der Grube San Rafael, Sierra Gorda, Caracoles, Chile. Die Krystalle erreichen 6 mm im Querschnitt und treten mit Gyps, Perzylit und Quarz zusammen auf. An einer Stufe wurden winzige Paralaurionitkrystalle (Rafaelit) erkannt.

Morphologische und optische Eigenschaften (G. F. H. S). Die Farbe der Krystalle ist bei größerer Dicke rötlichbraun, sehr kleine Krystalle sind honiggelb; die Farbe des Pulvers ist strohgelb.

Die Krystallflächen sind abgerundet, sodaß sich die goniometrische Untersuchung auf die Form der Lichtfiguren beschränken mußte, welche mit Hilfe einer Camera lucida, welche an das Goniometer angepaßt wurde (vgl. H. Smith, Ref. diese Zeitschr. 1913, **52**, 42), direkt in die stereographische Projektion eingetragen werden können. Die Form der Krystalle ist tetragonal; zwei Pyramiden wurden beobachtet: $p\{011\}$, $q\{441\}$ und eine deutliche Spaltbarkeit

$\| c\{001\}$. Der Winkel cq annähernd $67^0 40'$; ep etwa $23\frac{1}{2}^0$; $a:c = 1:0,430$; cp (berechn.) $= 23^0 17'$.

Die Symmetrie der Krystalle ist aber, wie die optische Untersuchung lehrt, nur pseudotetragonal. Bei Durchstrahlung jeder Fläche der Pyramide p ergibt sich ein zweiaxiges Interferenzbild; die Axenebene ist der horizontalen Pyramidenkante parallel; der Axenwinkel in Luft ist etwa 38^0, opt. (—). Zwischen den größeren Flächen liegen kleinere Sektoren, in welchen die Bisektrix eines größeren, etwa 82^0 in Luft betragenden Axenwinkels austritt; die Axenebene steht hier senkrecht auf der Horizontalkante.

Br.-Index appr. 2,35.

Diese Beobachtungen stimmen mit den Angaben Bertrand's nicht überein, und es erscheint fraglich, ob Bertrand tatsächlich einen Schwartzenbergit untersuchte; seine Beobachtungen stimmen mit den Eigenschaften des Matlockit überein. — Wegen seiner morphologischen Eigenschaften wird der Schwartzenbergit vom Verf. für ein Übergangsglied zwischen den flüssigen und den mit ebenen Flächen begrenzten Krystallen angesehen.

Chemische Zusammensetzung (G. T. P). Die Analyse des möglichst sorgfältig gereinigten Materiales ergab im Mittel:

Pb	75,07 %
Cu	Spur
CaO	0,67
Cl	7,96
J	8,64
SO_3	0,47
O und Verlust	(7,19)
	100,00 %

Die einzelnen Bestimmungen des Bleigehaltes ergaben: 75,15 %, 75,07 %, 74,98 %.

Spez. Gew. 7,39.

Verbindet man das Chlor und Jod mit Blei zu Bleichlorid bzw. Bleijodid, wie man es früher getan hat, so fehlen in der Summe etwa 4 %: $PbCl_2$ 31,17 %, PbJ_2 15,68 %, PbO 48,29 %, CaO 0,67 %, SO_3 0,47 %; Summe 96,28 %. Diese Differenz führte auf die Vermutung, daß man hier nicht Bleijodid, sondern Bleijodat anzunehmen hat, und tatsächlich wurde bei der Behandlung des Mineralpulvers mit Säure eine lebhafte Chlorentwicklung beobachtet. Es konnte ferner auch nachgewiesen werden, daß das Mineral, mit kalter Salpetersäure behandelt, eine Lösung lieferte, welche Bleijodat enthielt. (Mit $AgNO_3$ entstand ein weißer Niederschlag, welcher im verdünnten Ammoniak leicht löslich war; erst nach Erwärmen der Lösung und Hinzufügen von Schwefelsäure entstand der in Ammoniak unlösliche Niederschlag des Silberjodids.)

Das Analysenresultat wird folglich so geschrieben:

		Mol.-Verh.:
PbJ_2O_6	18,95 %	0,034
$PbCl_2$	31,17	0,112
PbO	48,29	0,216
CaO	0,67	
SO_3	0,47	
	99,55	

Diese Zahlen führen auf die Formel: $3(PbCl_2 . 2PbO)PbJ_2O_6$. Die ungewöhnliche chemische Zusammensetzung findet in dem merkwürdigen morphologischen und optischen Verhalten ihren Ausdruck.

Ref.: St. Kreutz.

40. G. F. Herbert Smith und **G. T. Prior** (in London): **Über Fermorit, ein neues Calcium- und Strontium-Arsenat und -Phosphat, und über Tilasit aus den Manganerzlagerstätten in Indien** (Min. Mag. 1911, **14**, 84—96).

Die Analysen der Manganerze von Indien zeigen einen geringen Gehalt an Arsen. In vorliegender Abhandlung wird ein weißes Arsenat beschrieben, welchem nach dem Dr. L. Leigh Fermor der Name Fermorit gegeben wird; das Mineral stammt aus Sitapar, im Distrikt Chhindwara, Central Provinces. Ein zweites Arsenat wurde in Kajlidongri, Ihabua State, Central India, gefunden; es zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Apatit und erwies sich als mit dem schwedischen Tilasit Sjögren's identisch.

Fermorit. Dieses Mineral kommt in den Manganerzadern vor, welche aus Braunit, Hollandit, Pyrolusit und dem neuen Mineral bestehen.

Das Mineral ist weiß, durchscheinend und gibt einen weißen Strich. Nur ein krystallisiertes Individuum, an welchem drei Flächen eines hexagonalen Prismas sichtbar waren, wurde gefunden.

Härte 5, Spez. Gew. 3,518 (Pyknometerbestimmung).

In der Bunsenflamme ist das Mineral unschmelzbar.

Opt. einaxig (—), schwache Doppelbrechung; mittlerer Brechungsindex etwa 1,660.

Das Mineral ist in Salzsäure und in Salpetersäure leicht löslich.

Chemische Formel: $3[(Ca, Sr)_3(P, As)_2O_8] . Ca(OH, F)_2$.

		Mol.-Verh.:
CaO	44,34%	0,792
SrO	9,93	0,096
As_2O_5	25,23	0,110
P_2O_5	20,11	0,142
F	0,83	0,044
H_2O	Spuren	
Gangart	0,08	
	100,52%	
$O = F_2$	0,35	
	100,17%.	

Tilasit. Dieses hellgrüne Mineral wurde in $\frac{1}{2}$ Zoll langen Krystallen in einem Quarz-Barytgange gefunden, welcher die Manganerze durchquert; in einem anderen Punkte bildet es mit Quarz, Spessartin und Braunit ein eigenartiges Gestein.

Es wurden 12 Krystalle gemessen, zur Berechnung aber nur fünf benutzt.

Krystallsystem: monoklin, domatische Klasse.

Beobachtete Formen: $b\{010\}$ selten, $a\{\bar{1}00\}$ breit, selten, $m\{110\}$, $m_1\{\bar{1}10\}$ breit und häufig (Absonderungsfläche), $e\{\bar{1}01\}$ Spaltfläche, $g\{021\}$ matt, nur einmal beobachtet, $p\{111\}$, $p_1\{\bar{1}1\bar{1}\}$ breit, häufig, $x\{11\bar{1}\}$ matt, nur einmal beobachtet, $r\{\bar{3}3\bar{1}\}$, $r_1\{331\}$ breit und häufig (Absonderungsflächen), $o\{\bar{1}31\}$ selten, $y\{11\bar{2}\}$, $z\{15\bar{2}\}$, $\delta\{1\bar{6}5\}$ matt und selten.

$$a:b:c = 0{,}7503 : 1 : 0{,}8391;\ \beta = 120^{0}59\tfrac{1}{2}'.$$

Zur Berechnung dienten folgende Winkel:

mm'	$= (110):(1\bar{1}0) =$	$65^{0}30'$	$(65^{0}31' - 65^{0}51')$
me	$= (110):(10\bar{1})$	61 04	(61 0 — 61 10)
mp	$= (110):(111)$	27 05	(26 56 — 27 18)
mp'	$= (110):(1\bar{1}1)$	60 11	(59 30 — 60 58)

Beobachtete Kombinationen: 1. a, m, e, r; 2. a, m, r, e, x, y, z; 3. b, m, m_1, e, p, p_1, o; 4. b, m, m_1, p, p_1, o, g, δ; 5. a, b, m, e, r; 6. m, o, e, r; 7. e, r; 8. b, m, o, e.

Die Ebene $\{\bar{1}00\}$ fungiert als Zwillingsebene; Spaltbarkeit nach $e\{\bar{1}01\}$ deutlich, Absonderung nach $r\{\bar{3}3\bar{1}\}$ und $m\{110\}$.

Die Krystalle sind durchscheinend bis opak und oliven- oder apfelgrün gefärbt. Härte 5.

Bei Betrachtung der Spaltungsplatten nach $e\{\bar{1}01\}$ im konvergenten, polarisierten Licht sieht man die Interferenzfigur eines zweiaxigen negativen Krystalles; die erste Bisektrix steht senkrecht auf den Spaltflächen. Die Axenebene ist senkrecht zu der Symmetrieebene $v > \varrho$. Der Axenwinkel im Methylenjodid bei 20^{0} gemessen: *Li* $78^{0}57'$, *Na* $78^{0}16'$, *Tl* $76^{0}10'$. $\alpha = 1{,}640$, $\beta = 1{,}660$, $\gamma = 1{,}675$, $2V$ (berechn.) $= 83^{0}24'$, $2V$ (gem.) $= 82^{0}44'$.

Die Eigentümlichkeit, daß die Fläche a stets an der anderen Seite des Krystalles auftritt, wie die Flächen der Form m, sowie die gute Absonderung nach $r\{\bar{3}3\bar{1}\}$, lassen Fehlen der Symmetrieebene erkennen und weisen auf die Zugehörigkeit des Tilasits der domatischen Klasse hin. Nach dem Verfahren von Kundt wurde eine starke Pyroelektrizität nachgewiesen; beim Abkühlen wird die Seite des Krystalles, an welcher die Fläche a liegt, elektrisch positiv, die Kanten $m:m$ elektrisch negativ.

Chemische Zusammensetzung. Das Mineral ist in Salz- oder in Salpetersäure leicht löslich und schmilzt vor dem Lötrohr.

Die Analysenzahlen unter I. beziehen sich auf das untersuchte Mineral (Mittelwerte), unter II. auf den Tilasit von Schweden (nach Mauzelius).

	I.	Mol.-Verh.		II.
As_2O_5	50,35	0,219		50,91
P_2O_5	0,43	0,003		Spur
FeO	0,55	0,008		0,14
MnO	—	—		0,16
CaO	25,68	0,459		25,32
SrO	0,06	—		—
MgO	18,34	0,458		18,22
F	7,18	0,379		8,24
H_2O	0,73	0,040		0,28
Unlösliches	0,05	—	Cl	0,02
			Na_2O	0,29
	103,37			103,58
$- O = F_2$	3,02			3,47
	100,35			100,11
	Spez. Gew. 3,77			Spez. Gew. 3,28

Chemische Formel: $(MgF)CaAsO_4$.

Die chemische Zusammensetzung des beschriebenen Minerals entspricht also genau dem Tilasit aus Langban in Schweden, welcher von H. Sjögren beschrieben wurde. Der Vergleich der physikalischen Eigenschaften der beiden Körper lehrt, daß die Unterschiede innerhalb der Fehlergrenze der Bestimmungen liegen. Die Krystallform des schwedischen Tilasits ist unbekannt.

Ref.: St. Kreutz.

41. G. F. Herbert Smith (in London): **Über die Krystallform des Stickstoffsulfids** (Min. Mag. 1911, 16, 97—99).

Die Untersuchung wurde an dem von F. P. Burt dargestellten Material durchgeführt. Die Krystalle des Stickstoffsulfids N_4S_4 sind orangerot, durchsichtig.

Die Resultate der Krystallmessung stimmen mit den Angaben von E. Artini (Ref. diese Zeitschr. 1906, 42, 68) gut überein.

Monoklin: $a:b:c = 0,8897:1:0,8480$; $\beta = 90^0 23'$ (H. Smith).

Die Krystalle sind als polysynthetische Zwillinge nach $\{\bar{1}01\}$ ausgebildet. Außer den von Artini angeführten wurden noch folgende Formen beobachtet: $\{010\}$, $\{101\}$, $\{210\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}21\}$.

Ebene der optischen Axen $\{010\}$, opt. (+).

Die Brechungsindices wurden an einem Prisma mit den Flächen $(10\bar{1})$ und (001) bestimmt: 2,046, wenn die Polarisationsebene in der Ebene (010) liegt, 1,908, wenn sie senkrecht auf dieser Ebene steht.

Ref.: St. Kreutz.

42. A. Hutchinson (in Cambridge): **Ein Universalgoniometer** (Ebenda 100—108).

Das vom Verf. konstruierte und hier genau beschriebene Instrument gehört zu demselben Typus, wie z. B. das Miers'sche Goniometer, obwohl es sich von jenem in mancher Hinsicht unterscheidet. Das Beobachtungsfernrohr und das Collimatorrohr können an der Unterlage in geeigneter Stellung befestigt werden; außerdem ist noch ein Mikroskop, dessen optische Axe den zwischen jenen gebildeten Winkel halbiert, vorhanden. Das Beobachtungsfernrohr kann auch mit einer Platte, welche den Teilkreis trägt, verbunden werden.

Der Teilkreis des Instrumentes ruht auf einem starken Träger; die Centrier- und Justiervorrichtung ist am unteren Ende der Instrumentaxe angebracht. Unter der Axe kann ein Gefäß an einem verstellbaren Tisch aufgestellt werden, sodaß man den Krystall in eine Flüssigkeit eintauchen kann.

Das Instrument kann zu folgenden Zwecken gebraucht werden:

1. Zur Messung der Flächenwinkel.
2. Als ein Axenwinkelapparat.
3. Als ein Kohlrausch'sches Totalreflektometer.
4. Zur Bestimmung der Brechungsindices nach der Prismenmethode.

Eine Reihe von bequemen Nebenvorrichtungen, welche hier nicht aufgezählt werden können, werden dem Instrument beigegeben. Die Einstellungsart des Instrumentes, wenn es zu einem der angeführten Zwecke gebraucht werden soll, wird genau vom Verf. beschrieben.

Die Brauchbarkeit des Instrumentes kann noch durch Anwendung eines Okularmikrometers (am Mikroskop) oder eines Stöber'schen Kreises (diese Zeitschr.

1898, 29, 25), welches das Instrument in ein zweikreisiges Goniometer verwandelt, erhöht werden.

Ref.: St. Kreutz.

43. T. Crook (in London): **Weitere Bemerkungen über die elektrische Trennung der Mineralien** (Min. Mag. 1911, 16, 109—111).

Die vom Verf. beschriebene (Ausz. diese Zeitschr. 50, 204) Methode, nach welcher die metallischen von den nichtmetallischen Bestandteilen eines Mineralgemisches voneinander getrennt werden können, läßt sich besonders gut zur Trennung der Kassiterit- und Zirkonkörner verwenden; Kassiterit ist nur schwach magnetisch und somit würde hier die magnetische Methode nicht zum Ziele führen.

Aus einem Gemisch vieler Mineralien, welche aus Tekka, Kinta, Perak stammen, wurden zunächst Gruppen von Mineralien nach ihrem magnetischen Verhalten getrennt; aus einem Gemisch von Ilmenit, Wolframit und einem fraglichen Mineral wurde das letztere auf elektrostatischem Wege ausgesondert und als Xenotim bestimmt.

Wenn die Menge der schlecht leitenden Körner gering ist, so empfiehlt es sich, noch eine zweite Kupferplatte anzuwenden, deren eine Seite mit einer Schellackhülle bedeckt ist.

Oberhalb der Kupferplatte, auf welcher sich die Körner befinden, wird die zweite gestellt, mit der mit Schellack bedeckten Seite nach unten; die obere Kupferplatte wird hiernach mit einem Elektrophor verbunden, sodaß die leitenden Körner an die Schellackplatte angezogen werden. Durch Wiederholung des Verfahrens kann die Trennung der schlecht leitenden Körner erreicht werden.

Ref.: St. Kreutz.

44. J. B. Scrivenor (in Kuala Lumpur, Federated Malay States): **Notiz über Kassiterit aus der Malayischen Halbinsel** (Ebenda 118—120).

a) Der Kassiterit ist gewöhnlich sehr schwach magnetisch, sodaß er sogar im technischen Betrieb vom Wolframit mit Hilfe eines Elektromagneten gereinigt wird. Der Verf. beobachtete aber auch dunkle Kassiteritproben, welche von einem Elektromagnet angezogen wurden; sie enthielten nur 68 % Sn, der Rest bestand hauptsächlich aus Eisenerz. Spez. Gew. 6,781. Die sich ausnahmsweise verhaltenden Stücke stammen aus Gopeng, Perak.

b) Es wird eine Verdrängungspseudomorphose vom Kassiterit und Turmalin nach einem hexagonalen Mineral, wahrscheinlich Quarz, beschrieben. Fundort: Grube Pusing Bharu, Vinta Distr., Perak.

c) In Siputeh, Kinta, Perak, wurde ein sehr feinkörniges Zinnerz gefunden; das Erz dürfte sich plötzlich aus einer Lösung oder aus dem dampfförmigen Zustand abgesetzt haben.

Ref.: St. Kreutz.

45. R. H. Solly (in Cadenabbia, Lago di Como): **Über die Beziehung zwischen Rathit, Rathit α und dem Wiltshireit** (Ebenda 121—123).

Der Verf. hat vor einiger Zeit vom Binnental Krystalle einer noch unbekannten Substanz beschrieben, für welche er, wegen der Ähnlichkeit mit Rathit, den Namen Rathit α vorgeschlagen hat. Diese Krystalle zeigen große Winkelähnlichkeit mit dem Wiltshireit (diese Zeitschr. 1910, 48, 514), was bis jetzt nicht berücksichtigt war.

1. Rathit, Rathit α und Wiltshireit zeigen eine geriefte Prismenzone, gut ausgebildete domatische Flächen und kleine Pyramidenflächen.

2. Sie zeigen eine vollkommene Spaltbarkeit nach einem Pinakoid, welchem in Rathit α und Wiltshireit das Symbol $\{100\}$, im Rathit $\{001\}$ oder $\{010\}$ zugeschrieben wird.

3. Der Strich dieser Mineralien ist schokoladebraun.

4. Die Winkel der entsprechenden Flächen der Prismenzone $[100:010]$ sind einander sehr ähnlich, die Differenzen übersteigen nicht $11'$.

5. In einer zweiten Zone ist ebenfalls die Ähnlichkeit der entsprechenden Flächenwinkel groß (Diff. $5'$—$36'$); auch sonst werden für den Wiltshireit Winkel angegeben, welche den am Rathit gemessenen sehr nahe stehen. Diese Verhältnisse werden durch Angabe einer Winkeltabelle illustriert.

6. Es wird vermutet, daß der angeblich einfache Wiltshireitkrystall ein Zwilling nach $\{100\}$ ist. Die Flächen (522) und (302) würden dann die Symbole $(31\bar{1})$ und $(20\bar{1})$ erhalten.

Ref.: St. Kreutz.

46. **Francis H. Butler** (in London): **Die breccienartige Beschaffenheit der Mineralgänge** (Min. Mag. 1911, 16, 124—136).

Der Verf. bespricht verschiedene Typen der breccienartigen Mineral- und Erzgänge. Es gibt Gänge, in welchen die zusammengekitteten Fragmente 1. aus dem in situ zertrümmerten Gestein bestehen oder 2. aus den Mineralgängen herstammen, welche in Spalten zerklüftet wurden, oder schließlich 3. aus ähnlichen Fragmenten, welche durch hydrostatischen Druck und infolge der Wasserwirkung aus ihren ursprünglichen Lagen ausgerückt wurden.

Ref.: St. Kreutz.

47. **Mark Fletcher** (in Newcastle-upon-Tyne): **Notiz über einige künstliche Gypskrystalle** (Ebenda 137—139).

In einem Wasserdestillierapparat haben sich gelbliche, bis $1\frac{1}{2}$ cm lange Gypskrystalle gebildet.

Die langen größeren Krystalle sind Zwillinge nach $\{101\}$ und zeigen die Formen $\{111\}$, $\{110\}$, $\{010\}$. Frei ausgebildet ist nur die Seite mit dem ausspringenden Winkel.

Die einfachen Krystalle sind viel kleiner (1—2 mm) und linsenartig ausgebildet. Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{010\}$. Sie sind älter als die Zwillingskrystalle.

Die Ursache der Krystallisation der einfachen Krystalle und der Zwillinge in verschiedenen Krystallisationsstadien dürfte im Unterschiede der Konzentration der Mutterlauge liegen. Es wird darauf hingewiesen, daß die von C. Y. Woodward beschriebenen künstlichen Krystalle von Gyps einfach waren und sich wahrscheinlich aus nicht stark konzentrierten Lösungen gebildet haben.

Ref.: St. Kreutz.

48. **L. J. Spencer** (in London): **Größere Diamanten aus Südafrika** (Ebenda 140—148).

Die Abhandlung enthält eine Zusammenstellung der größeren südafrikanischen Diamanten und deren Gewichte.

Ref.: St. Kreutz.

49. A. Holmes (in London): **Die Vergesellschaftung des Bleis mit Uranium in den Gesteinsmineralien und deren Verwendung zur Bestimmung des geologischen Alters** (Proc. of the Roy. Soc. of London, 1911, 85, ser. A, 248 bis 256).

Nach den Untersuchungen von Boltwood zerfällt das Uranium in Helium und Blei nach dem Schema: $\underset{238,5}{U} \longrightarrow \underset{8,4}{8He} + \underset{209,6}{Pb}$. Diese Bezeichnung liefert ein Mittel, das Alter von verschiedenen Mineralien aus dem Verhältnis des Uraniums und Bleis zu schätzen. Dieses Verhältnis dürfte für alle gleichaltrigen Mineralien konstant sein, für Mineralien verschiedenen Alters aber verschieden; es wird dabei vorausgesetzt, daß der ganze Bleigehalt durch Umsetzung des Uraniums entstanden ist. Da es möglich wäre, daß der Gehalt an Uranium oder Blei durch starken Metamorphismus geändert wird, ist es zweckmäßig, unzersetzbare und resistente Mineralien zur Bestimmung zu benutzen. Ein solches liegt im Zirkon vor.

Der Verf. prüfte die Mineralien der norwegischen Nephelinsyenite aus dem Bezirk Christiania, welche nach Brögger wahrscheinlich unterdevonischen Alters sind, auf ihren U- und Pb-Gehalt. Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Mineral:	Uranium g in 100 g d. Minerals:	Blei g in 100 g d. Minerals:	Pb/U:
Thorit (1)	10,1040	0,4279	0,042
Orangit (1)	1,2437	0,0570	0,046
Orangit (2)	1,1825	0,0542	0,046
Thorit (2)	0,4072	0,0196	0,048
Homilit	0,2442	0,0121	0,049
Zirkon	0,1941	0,0085	0,044
Pyrochlor (1)	0,1923	0,0120	0,062
Pyrochlor (2)	0,1855	0,0043	0,050
Biotit	0,1602	0,0069	0,043
Tritonit	0,0631	0,0026	0,041
Treyolit	0,0526	0,028	0,053
Mosandrit	0,0432	0,024	0,056
Ägirin	0,0253	0,0015	0,060
Astrophyllit	0,0140	0,0007	0,050
Katapleït	0,0132	0,0009	0,068
Nephelin	0,0010	0,0004	0,4000
Feldspat	0,0006	0,0003	0,5600

Etwas Blei konnte schon ursprünglich im Magma gewesen sein, und deshalb sind U-arme Bestandteile (wie Nephelin, Feldspat) zur Bestimmung des Alters nicht geeignet. Die ersten 9 Bestandteile weisen im Mittel das Verhältnis $Pb : U = 0{,}045$ auf; das Alter dieser Mineralien und des Gesteins würde sich hieraus zu 370 Millionen Jahren ergeben.

Mit dem Alter der Mineralien wächst das Verhältnis $Pb : U$, wie es aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

	Pb/U:	Millionen Jahre:
Karbon	0,041	340
Devon	0,045	370

	Pb/U:	Millionen Jahre:
Präkarbon	0,053	430
Präkambrium		
a) Schweden	0,125	1025
	0,155	1270
b) Vereinigte Staaten	0,160	1310
	0,175	1435
c) Ceylon	0,20	1640

Ref.: St. Kreutz.

50. J. Joly (in Dublin): **Über eine Bestimmung des Radiumgehaltes in Gesteinen und Mineralien** (Phil. Mag. 1911, **22**, 134—150).

Es wird in dieser Abhandlung eine Anordnung beschrieben, welche gestattet, die Emanation während der Zerlegung der untersuchten Substanz durch Schmelzung mit den Alkalikarbonaten zu sammeln. Die nach dieser Methode erhaltenen Werte sind höher als die nach der früher angewandten, bei welcher die Schmelze mit Wasser bzw. mit angesäuertem Wasser aufgenommen und ausgekocht wurde.

Ref.: St. Kreutz.

51. Derselbe: Das Alter der Erde (Ebenda 358—380).

Der Verf. bespricht die Methoden der Altersbestimmung der Erde, welche sich 1. auf die Bestimmung der Lösungs- bzw. Denudationsprozesse stützen, oder 2. auf der Untersuchung der radioaktiven Desintegrationsprodukte aufgebaut sind.

Ref.: St. Kreutz.

52. J. H. L. Vogt (in Trondhjem, früher in Christiania): **Über das Spinell-Magnetit-Eutektikum** (Videnskabs-Selskabets Skrifter 1910. Math.-Naturw. Klasse. Christiania 1911, Nr. 5, 1—25).

Die norwegischen und schwedischen Titanomagnetitspinellite bestehen hauptsächlich aus Spinell (Pleonast) und Titanomagnetit, der wieder eine mechanische Mischung von Magnetit und Ilmenit ist. Die Mengenverhältnisse sind annähernd: 6—14 Spinell, 47—72 Magnetit und 19—35 Ilmenit. Wenn man sämtliche Spinellanalyen betrachtet, sieht man, daß $MgAl_2O_4$ und $FeAl_2O_4$ durch alle Übergänge miteinander verbunden sind; dagegen ist die Kombination

$$(Mg, Fe)Al_2O_4 : FeFe_2O_4$$

diskontinuierlich. Es zeigt sich nun im Gestein, daß der Spinell sich als Einsprengling in einer Spinell-Magnetitmasse findet; diese ist ein Eutektikum mit etwa 3 % Spinell und 97 % Magnetit. Der Spinell kann etwa 10 % Magnetit, dieser seinerseits nur außerordentlich wenig Spinell enthalten. Auch die für die ternäre Kombination: Magnetit-Spinell-Hypersthen ausgerechnete Ausscheidungsfolge stimmt mit der beobachteten gut überein. Zuletzt werden mehrere petrographisch wichtige Mineralkombinationen und Eutektika zusammengestellt.

Ref.: O. B. Böggild.

53. G. Lindström (in Stockholm): **Über den Lanthanit** (Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1911, **32**, 206—214).

Zuerst wird eine neue Analyse des Minerals gegeben, in welcher erstmals die verschiedenen seltenen Erden voneinander getrennt sind:

$(La, Di)_2O_3$	28,34
Ce_2O_3	25,52
Yttererden	0,79
CO_2	21,95
H_2O	23,40
Ungelöst	0,13
	100,13

Diese Resultate stimmen gut mit den amerikanischen überein, dagegen nicht mit einer Analyse, die in der Literatur als von Hisinger ausgeführt angegeben wird. Indessen rühren diese Angaben nur von einem Übertragungsfehler aus dem Schwedischen her, der sich bei Brewster (The Edinb. Journ. Sci. 3, 334) findet; Hisinger hat in Wirklichkeit niemals den Lanthanit analysiert. Das spez. Gewicht wurde zu 2,69—2,74 gefunden.

Ref.: O. B. Böggild.

54. K. J. V. Steenstrup (in Kopenhagen †): **Über den Eisenspat im Kryolithe bei Ivigtut** (Meddedelser om Grönland, 1911, 47, 381—387).

Der Eisenspat von Ivigtut ist meistens rotbraun gefärbt mit starkem Glanze; dies Phänomen rührt von dünnen Platten von Brauneisenerz her, die überall den Eisenspat, am meisten nach den Spaltrichtungen, durchdringen. Es gibt alle möglichen Übergänge von solchen Fällen, wo diese Platten nur ganz dünn und durchsichtig sind, zu solchen, wo sie in dicke Wände umgewandelt sind, während der Eisenspat beinahe ganz verschwunden ist. (Vgl. Ausz. dieses Heft S. 574.)

Ref.: O. B. Böggild.

55. Leon H. Borgström (in Helsingfors): **Mineralogische Notizen 7—10** (Geol. Fören. Förhandl. Stockholm, 1911, 32, 1525—1545) (anschließend an Ausz. diese Zeitschr. 48, 540).

7. Selenhaltiger Lillianit von Jilijärvi. Dies Mineral kommt mit Bleiglanz, Quarz und anderen Mineralien vor als meistens unregelmäßig geformte Körner, die zwei deutliche, aufeinander senkrechte Spaltrichtungen und eine dritte, weniger deutliche, auf den beiden andern senkrechte, zeigen; das Mineral ist also rhombisch oder tetragonal. Die Härte ist $2-2\frac{1}{2}$, der Strich schwach glänzend; das spez. Gewicht ist 7,22. Sehr leicht schmelzbar. Zwei Analysen (mit 107 und 248,8 mg ausgeführt) ergaben als Durchschnitt 43,83 Pb, 0,88 Ag, 2,65 Cu, 0,49 Zn, 1,23 Fe, 26,43 Bi, 5,30 Sb, 15,93 S, 2,97 Se, Summe 99,71, woraus die Formel $Pb_3Bi_2S_6$ hervorgeht, worin alle drei Bestandteile teilweise durch isomorphe Elemente ersetzt sind. Zuletzt wird das hier beschriebene Mineral mit Lillianit von anderen Vorkommen verglichen; das spez. Gewicht ist in den verschiedenen Fällen so variierend, daß vielleicht mehrere Mineralspezies vorliegen, was jedoch nicht durch die übrigen, recht unvollständig bekannten physikalischen Eigenschaften bestätigt werden kann.

8. Bleiglanz von Uskela ist analysiert worden: 83,21 Pb, 0,74 Ag, 0,23 Fe, 0,90 Sb, 13,63 S, 1,78 Gestein; Summe 100,49.

9. Titanit von Nuolanniemi. Hellbraune Krystalle mit Wiikit, Quarz, Feldspat und Glimmer zusammen; Form: $\{111\}$, $\{110\}$, $\{001\}$. Das spez. Gewicht, 3,591, läßt das Vorhandensein von seltenen Erden vermuten.

10. Wiikit und Loranskit von Impilaks. Nach einer geologischen Beschreibung der Pegmatitgänge und einer historischen Übersicht werden die beiden Mineralien, die sich nicht direkt voneinander unterscheiden lassen, mineralogisch beschrieben. Folgende typische Beispiele werden erwähnt: vom Nuolanniemi Feldspatbruch: Typus a. Unregelmäßige, gelbe Massen mit Harzglanz; in Dünnschliffen aus undurchsichtigen, schwach anisotropen Partien in einer farblosen, klaren, isotropen Grundmasse bestehend. Spez. Gewicht 3,844, $H_2O = 10,77$. Typus b. Wie a; spez. Gewicht 3,78, $H_2O = 11,14$. Typus c. Wie die vorigen; Farbe dunkelgrau mit braungelbem Strich; spez. Gewicht 4,02, H_2O 6,96. Typus d. Schwarze Krystalle mit braunem Strich, beinahe undurchsichtig in Dünnschliffen. Spez. Gewicht 3,95, H_2O 8,09. Typus e. Schwarz mit schwachem Metallglanz und beinahe schwarzem Strich. In Dünnschliffen eine dunkle Hauptmasse mit durchscheinenden, farblosen Punkten. Spez. Gewicht 4,817, H_2O 4,30. Diese verschiedenen Typen kommen teilweise voneinander getrennt, teilweise auch in verschiedenen Anordnungen miteinander verwachsen vor. Vom Lokansaari Feldspatbruch: Typus f. Teilweise krystallisiert, schwarz mit metallischem Glanz und grauschwarzem Strich; spez. Gewicht 4,666, H_2O 5,09. Typus g. Dunkelbraun mit starkem Diamantglanz und hellgelbem Strich; in Dünnschliffen braun mit farblosen Adern. Spez. Gewicht 4,55, H_2O 4,59. Typus h. Asphalt- bis Harzglanz mit wechselnder Farbe und Strich. Spez. Gewicht 4,23, H_2O 6,96.

Im allgemeinen zeigt es sich, daß überall eine isotrope, durch Pigment gefärbte Substanz vorliegt; mit hellerer Farbe sinkt überall das spez. Gewicht und steigt der Wassergehalt. Das Mineral muß ursprünglich anisotrop gewesen sein und später umgewandelt, obgleich es nur mit ganz unverwitterten Mineralien zusammen vorkommt. Zwei Analysen sind ausgeführt worden, die doch vielleicht nicht als ganz genau betrachtet werden können: I. von Crookes (Ref. diese Zeitschr. 1911, 48, 675), II. von Holmquist (nicht früher veröffentlicht).

	I.	II.
SiO_2	16,98	8,75
TiO_2	23,36	29,58
ThO_2	5,51	—
Nb_2O_5	—	23,67
Ta_2O_5	15,91	—
Cererden	2,55	4,06
Yttererden	7,64	
Scandiumerden	1,17	—
FeO	15,52	7,51 (Fe_2O_3)
UO_3	3,56	7,37
UO_2	—	1,86
Al_2O_3	—	0,74
Mn_3O_4	—	1,28
CaO (als Differenz bestimmt)	1,97	4,86
Mit H_2S gefällt	—	1,06
H_2O	5,83	11,06
	100,00	101,80

Die Analyse I. repräsentiert das yttriumreichere Mineral, zu welchem die Typen e, f, g und h hingerechnet werden müssen, und das Loranskit genannt werden darf. Das uranreichere Mineral (Analyse II.), wozu die Typen a, c und d

gehören, darf Wiikit genannt werden. Doch schlägt der Verf. vor, diesen letzten Namen auch als Gruppennamen für beide Mineralien zu brauchen.

Die Krystalle (von den Typen d, f und g) sind mit unebenen Flächen versehen; Messungen mit Anlegegoniometer haben ergeben, daß die Krystalle rhombisch sind mit den Elementen: $a : b : c = 0,5317 : 1 : 0,5046$.

Folgende Winkel sind gemessen worden:

	Gefunden:	Berechnet:
$\{100\} : \{201\} =$	29^0	$27^0\ 47'$
$\{201\} : \{\bar{2}01\}$	122	124 26
$\{101\} : \{\bar{1}01\}$	87	—
$\{100\} : \{101\}$	$46\frac{1}{2}$	46 30
$\{100\} : \{110\}$	27^0 bzw. 29^0	—
$\{100\} : \{010\}$	$89\frac{1}{2}^0$ bzw. 90^0	90^0

Die Krystalle von Loranskit sind von $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$ und $x\{201\}$ begrenzt, diejenigen von Wiikit entweder von denselben Flächen oder von $e\{101\}$ statt $x\{201\}$. Die Elemente stimmen sehr nahe mit denjenigen des Samarskits überein.

Ref.: O. B. Böggild.

56. C. G. Granström (in Sala): **Über einen Fund von gediegenem Kupfer in Gellivare Malmberg** (Geol. Fören. Förhandl. Stockholm, 1911, **32**, 1546—1548).

Das Kupfer findet sich als wenige mm dicke Krusten in einem Metabasitgange in Magneteisen in der Hvitåfors-Grube; die Krusten sind von ganz kleinen (0,1 mm) Krystallindividuen zusammengesetzt. Zusammen mit dem Kupfer findet man Malachit als Umwandlungsprodukt und kleine Krystalle aus Buntkupfererz. Die Herkunft des Kupfers ist unbekannt; Schwefelkies, der im Eisenerze imprägniert ist, enthält keine Spur von *Cu*.

Ref.: O. B. Böggild.

57. Olaf Andersen (in Washington): **Über Epidot und andere Minerale von Pegmatitgängen in Granulit bei Notodden, Telemarken, Norwegen** (Archiv for Math. og Naturv. 1911, **31**, Nr. 15, 1—48, 3 Tfl.).

Die Minerale der Gänge sind, nach dem Alter geordnet: Epidot, Titanit, Hämatit (und Ilmenit), Apatit, Mikroklin (und Orthoklas), Oligoklas, Quarz, Muskovit, Biotit, Kalkspat. Die Epidotkrystalle sind niemals vollständig umgrenzt, sondern am einen Ende stets unregelmäßig zerbrochen; außerdem sind sie stark korrodiert und die Hohlräume wieder mit den anderen Mineralien gefüllt. Der Kalkspat ist wenigstens teilweise gleichzeitig mit einigen der übrigen Mineralien gebildet.

Der Epidot hat eine sehr wechselnde Farbe, von grün durch braun bis rot; alle Krystalle besitzen die Formen $\{001\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}02\}$, $\{\bar{1}11\}$, gewöhnlich sind auch $\{110\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}12\}$, $\{\bar{2}01\}$, selten sind dagegen $\{\bar{3}.0.34\}$, $\{\bar{1}04\}$, $\{\bar{4}.0.15\}$, $\{\bar{1}03\}$, $\{\bar{1}\bar{7}.0.50\}$, $\{\bar{7}.0.20\}$, $\{\bar{7}.0.18\}$, $\{\bar{8}.0.15\}$, $\{\bar{2}03\}$, $\{\bar{3}04\}$, $\{\bar{1}\bar{1}.0.14\}$, $\{\bar{8}05\}$, $\{\bar{1}\bar{5}.0.7\}$, $\{\bar{2}\bar{0}.0.9\}$, $\{\bar{3}01\}$, $\{1.0.11\}$, $\{3.0.14\}$, $\{104\}$, $\{101\}$, $\{11.0.5\}$, $\{39.0.1\}$, $\{210\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{\bar{1}21\}$, $\{111\}$, $\{\bar{2}21\}$. Die neuen Formen $\{\bar{3}.0.34\}$, $\{\bar{4}.0.15\}$, $\{1.0.11\}$ sind durch die Winkel mit Basis bestimmt, die zu bzw. $5^0 26'$ (ber. $5^0 26'$), $17^0 34'$ (ber. $17^0 34'$) und $5^0 8'$ (ber. $5^0 8'$) gemessen sind. Die Flächen der Hauptzone sind glänzend, aber gestreift, die Endflächen recht matt. Zwillinge nach $\{100\}$ sind gewöhnlich. Die Krystalle sind stets mit kleinen, unregelmäßigen Ätzvertiefungen versehen, die Fläche $\{111\}$ und deren

nächste Umgebungen sind besonders stark angegriffen. Das spez. Gewicht ist für den grünen Epidot 3,386, für den roten 3,402. Von den vielen optischen Untersuchungen sollen nur folgende angeführt werden: β ist durch die Prismenmethode mit Hilfe von natürlichen Krystallflächen bestimmt worden; in *Na*-Licht ergab die grüne Varietät 1,7542 und 1,7532, die braune 1,7594 und die rote 1,7561; in *Na*-Licht wurde für den grünen Epidot $2V = 73^0 39'$ und $c:\alpha = 4^0 29'$ gefunden; für den roten sind die entsprechenden Zahlen $75^0 20'$ und $2^0 57'$. In Dünnschliffen zeigt sich der Epidot aus verschiedenen, gegenseitig unregelmäßig begrenzten Partien mit variierendem Pleochroismus und Doppelbrechung bestehend; es lassen sich in Beziehung zu diesen beiden Eigenschaften 4 Varietäten unterscheiden, nämlich: I. Grüner Epidot mit α licht grauweiß, γ licht grünlichgelb, $\gamma-\alpha$ (in *Na*-Licht) 0,031. II. Grüner Epidot mit α hell strohgelb, γ kräftig gelbgrün, $\gamma-\alpha$ 0,035; brauner Epidot mit α hell strohgelb, γ gelbgrün, $\gamma-\alpha$ 0,034. III. Brauner Epidot mit α hell strohgelb γ hell rötlichviolett, $\gamma-\alpha$ 0,031; roter Epidot mit denselben Axenfarben, $\gamma-\alpha$ 0,032. IV. Roter Epidot mit α grünlichgelb, γ kräftig violettrot, $\gamma-\alpha$ 0,027.

Der grüne und der rote Epidot sind analysiert worden mit folgenden Resultaten (bzw. 1. und 2.):

	1.	2.
SiO_2	37,61	38,02
Al_2O_3	25,46	25,78
Fe_2O_3	12,03	11,24
FeO	0,09	—
Mn_2O_3	—	0,58
CaO	22,39	22,44
H_2O	2,22	2,25
	99,80	100,31

Die Bedeutung der chemischen Verschiedenheiten in diesen und anderen Epidoten für die physikalischen Eigenschaften wird danach eingehend besprochen, und es wird gezeigt, wie diese letzteren, namentlich der Wert $\gamma-\alpha$, für die quantitative Bestimmung der Epidote in Dünnschliffen gut brauchbar sind.

Von den übrigen Mineralien ist zu bemerken: Der Titanit findet sich als ganz kleine, gelbe Krystalle mit $\{001\}$, $\{100\}$, $\{102\}$, $\{111\}$; Zwillinge nach $\{100\}$. Der Hämatit bildet tafelförmige Krystalle, von Basis und Rhomboëder begrenzt, der Apatit himmelblaue kurze Prismen mit $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}0\}$, die bei Erhitzen eine deutliche Pyroluminiscenz zeigen. Der Mikroklin ist frisch, fleischrot; bisweilen kommen Krystalle mit den Flächen $\{001\}$, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{\bar{1}11\}$ vor; in Dünnschliffen kreuzgestreift mit wenig Albit. Der Plagioklas (Oligoklas) ist grauviolett mit den Formen $\{001\}$, $\{010\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{130\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, bisweilen Einzelindividuen. Die Substanz ist meistens stark umgewandelt und zeigt dann Pyroluminescenz.

Ref.: O. B. Böggild.

58. **A. Meister** (in St. Petersburg): **Die Gesteine und die Bedingungen der Goldhaltigkeit im südlichen Teile des Jenissei-Distriktes** (Geolog. Untersuch. in goldführenden Gebieten Sibiriens, Jenissei-Distr. IX, 1910, **34**, 668; französ., Resumé).

In der vorliegenden petrographischen Arbeit werden drei neue Mineralien

beschrieben. So berichtet Verf. vom Flusse Tatarka über Tatarkait, Didymolith und Angaralith aus Kalksteinen im Kontakte mit Nephelinsyenit.

Tatarkait stellt dunkelgraue bis schwarze, im Präparat farblose, langausgestreckte Täfelchen im dunkelgrauen Kalkstein vor. Er ist einaxig, positiv; besitzt ungefähr die Doppelbrechung des Quarzes und ist in Säuren unlöslich. Spez. Gewicht 2,744. Die Analyse ergab:

SiO_2	42,17
TiO_2	0,50
Al_2O_3	31,65
Fe_2O_3	1,09
FeO	3,46
MgO	8,61
CaO	0,17
Na_2O	0,90
K_2O	0,86
H_2O	8,14
	97,55

Hieraus läßt sich die Formel

$$R_2O \,.\, 11RO \,.\, 13R_2O_3 \,.\, 30SiO_2 \,.\, 19H_2O$$

ausrechnen. Das Verhältnis $(MgO + CaO) : FeO$ und $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ ist ungefähr 9 : 2. Da das Mineral von allen bekannten Mineralien sich unterscheidet, so belegt ihn Verf. mit einem neuen Namen.

Der Didymolith ist bereits in dieser Zeitschr. **51**, 302, besprochen.

Der Angaralith ist ein dünntafeliges schwarzes glänzendes Mineral. Seine Farbe hängt von Kohlensubstanz, die ihn imprägniert, ab; beim Glühen ändert sich die Farbe in eine dunkelbronzene. Spez. Gewicht 2,619. Unter dem Mikroskop sind die Täfelchen zuweilen sechskantig, vielleicht hexagonal. Einaxig; positiv. Doppelbrechung niedriger als beim Quarz.

Aus der Analyse

SiO_2	37,96
Al_2O_3	44,68
Fe_2O_3	9,52
MgO	6,89
CaO	0,46
	99,51

wird die Formel $2(Ca, Mg)O \,.\, 5(Al, Fe)_2O_3 \,.\, 6SiO_2$ erhalten.

Die genannten drei Mineralien zählt Verf. zu Kontaktbildungen, oder nimmt sie als Resultate postvulkanischer Tätigkeit an.

I. Analyse des früher im Sammelbande »Zum Andenken J. W. Muschketow's« St. Petersburg 1905 beschriebenen Ottreliths.

Nach Abzug des beigemengten Muskovits und Umrechnung der Analyse auf 100 erhält man II.

	I.	II.
SiO_2	31,75	30,10
Al_2O_3	36,20	37,09
Fe_2O_3	3,03	2,18
FeO	22,38	25,85

	I.	II.
MnO	0,24	—
MgO	0,06	0,28
CaO	Spur	—
Na_2O	0,32	—
Ka_2O	0,98	—
Glühverlust	4,47	4,50 (H_2O)
	99,43	100,00

Analyse eines Almandins aus Muskovitschiefern vom Flusse Angara:

SiO_2	39,70
Al_2O_3	25,46
Fe_2O_3	0,10
FeO	29,10
MnO	4,60
MgO	0,79
CaO	0,72
Na_2O	0,19
	100,66

Ref.: Wold. Isküll.

59. J. Schukewitsch (in St. Petersburg): **Über die Form der Schneekrystalle und anderer Hydrometeore** (Bull. de l'Acad. des Sc. St. Pétersbourg 1911, 4, 291—302).

Der Artikel enthält Beobachtungen des meteorologischen Hauptobservatoriums in Petersburg (seit 1907—1909) über die Form der Schneekrystalle. Die Krystalle werden nach ihrer Identität mit den Mikrophotographien in den Werken von Hellmann, Pernter und Bentley registriert. Hierbei werden die verschiedenen Krystallformen, ihre Häufigkeit, gemeinsames Fallen usw. im Zusammenhange mit den atmosphärischen Bedingungen dargestellt.

Ref.: Wold. Isküll.

60. W. Vernadsky (in St. Petersburg): **Die Tagesaufgabe auf dem Gebiete des Radiums** (Ebenda, 5, 61—72).

Die Schrift enthält eine in einer öffentlichen Sitzung der Akademie gehaltene Rede, die zum Endziele eine baldige genaue Untersuchung des Radiums und seines Vorrats im russischen Reiche hat.

Ref.: Wold. Isküll.

61. Derselbe. Notizen über die Verbreitung der chemischen Elemente in der Erdkruste. IV. Über die Verbreitung des Indiums (Ebenda, 187—193).

Verf. stellt zwei Reihen isomorpher Elemente auf, bei denen *In* gefunden werden kann:

1. Die Verbindungen der isomorphen Reihe *Zn*, *Mg*, *Fe*, *Mn*, *Cd*, *Ni*, *Cu*, *Co* .... und
2. der Reihe *Al*, *Fe*, *Cr*, *[Y]*, *[Ce]*, *Mn*, *Ti* ....

Die Verbindungen der ersten Reihe sind die verbreiteteren und besser untersuchten. Hierher gehören primäre Mineralien aus Gängen (Zinkblende, Pyrit,

vielleicht Siderit), Stockwerken (Zinkblende, Hübnerit, Wolframit), Pegmatitgängen (Wolframit, Manganotantalit, Samarskit, Columbit) und Kontakten (Rhodonit, Pyrrhotin, Franklinit, Magnetit, vielleicht Pyrit); die letzteren vielleicht im Zusammenhange mit Massengesteinen. *In* ist beobachtet worden in sekundären Mineralien, wie Siderit, Smithsonit, Galmei und *Mn*-Erze. Der maximale *In*-Gehalt in Mineralien übersteigt nicht 0,1 % (Marmatit von Sardinien und Sachsen).

Weniger aufgeklärt ist das Vorhandensein des Indiums in Verbindungen vom Typus RX_3, wo *In* isomorph mit *Al* und *Fe* anzunehmen ist. Die hierher gehörigen *In*-Vorkommen sind eng mit magmatischen Prozessen teils vulkanischen Charakters (Bimsstein, Breccie, Alunit), teils mit Stockwerken (Zinnstein, vielleicht Glimmer) verbunden.

Die einzige Ausnahme stellt *In* in β-Palygorskit vor, wo es jedoch als Beimengung zu den Verwitterungsprodukten der Zinkblende anzunehmen wäre.

Ref.: Wold. Isküll.

62. J. Samojlow (in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau): **Über Baryum-Sulfat im Tierkörper** (Bull. de l'Acad. d. Sc. de St. Pétersb. 1911, 5, 475—477).

Im Berichte »Baryt-Vorkommen im O.-Teile des Gouv. Kostroma« (diese Zeitschr. 1913, **52**, 526) hat Verf. die Hypothese über primäre Bildung des Baryts durch Konzentration des Sulfates in Schalen der Organismen aufgestellt. Solche Organismen waren Verf. nicht bekannt und er stützte sich nur auf den Fund des *Sr*-Sulfates in Acantharien (Bütschli).

Ein kürzlich erschienenes Werk von A. Schtschepotjew (Untersuch. an niederen Organismen, St. Petersburg 1910) berichtet über Xenophyophora, in deren Körper »Granellen« aus $BaSO_4$ mit etwas $CaSO_4$ gefunden worden sind. F. Schulze hat dasselbe noch früher beobachtet (Wissenschaftl. Ergebnisse d. deutsch. Tiefsee-Exped. auf d. Dampf. »Valdivia« 1905, **11**, 13. 1 Lief. 14. Sitzber. d. Ges. Naturforsch.-Freunde zu Berlin 1905, Nr. 1, 2, und 1906 Nr. 8. 205).

Schtschepotjew fand seine Xenophyophora an der N.-Küste Ceylons, von wo (nah bei Colombo) die einzigen Barytknollen des gegenwärtigen Meeres herstammen.

Zu den verschiedenen Typen von Baryt-Vorkommen reiht sich ein neuer — derjenige im Körper der Xenophyophora.

Ref.: Wold. Isküll.

63. A. Fersmann (in St. Petersburg): **Mineralogische Notizen III. Über Nemalithe und ihre russischen Vorkommen** (Ebenda, 539—556).

Erst nachdem Mallet und Karpinsky darauf aufmerksam gemacht haben, daß Nemalith wegen äußerer Ähnlichkeit mit Asbest verwechselt werden kann, klärt sich auf, daß Nemalithe ziemlich verbreitete Mineralien sind. Zu den Vorkommen dieses Minerals von Hoboken (New Jersey), Afghanistan u. a. reihen sich russische Vorkommen im Kaukasus, Transkaukasien und östlichen Sibirien. Sehr wahrscheinlich ist auch das Vorkommen im Scharopan'schen Kreise des Gouv. Kutais. Der aus Kamtschatka bezeichnete Nemalith läßt aber Bedenken über seinen Fundort.

Der Nemalith von nördlichen Abhängen des Kaukasus (südlich von Armawir und Maikop) ist meistenteils in Hydromagnesit übergegangen; in frischen Partien enthält er 6,75 % *FeO* (Fluß Laba). Aus einem anderen Vorkommen (Staniza Psebaiskaja) ist er nur oberflächlich in *Mg*-Hydrokarbonat übergegangen.

Hier ist er mit Chrysotil auf Spalten des verwitterten Serpentin verwachsen. Seine Fasern sind bis 6—8 cm lang und parallel dem Salband geordnet. Zart grünlich, bläulich. Enthält 4,4 % *FeO*. Hauptzone negativ. Ebene der opt. Axen parallel der Faserlänge. Kleiner Axenwinkel. Optisch positiv. Nach W. Vernadsky und Frl. E. Rewoutzky sind *Cu* und *Sr* spektroskopisch nachweisbar. Beim Übergehen in Lösung scheidet sich CO_2 und SiO_2 aus. Hieraus kann man schließen, daß bei der Umwandlung sich teils Karbonate, teils *Mg*-Silikate bilden.

Der Nemalith aus Transkaukasien (Lyssogorsk, Kreis Schuschinsk, Gouv. Jelisawetpol) stammt aus einer verwitterten Serpentinader. Nach Möller und Denissow kommt dieser »Asbest« im Talkschiefer zusammen mit Calcit, Quarz und Schwefelkies vor. *FeO*-Gehalt dieses Nemalithes ist 6,3 % (nach Sussanow bei Karpinsky) und 6,82 % (Verf.). Dieser Nemalith geht auch in Hydromagnesit über und scheidet Eisenoxydhydrate aus. Optisch verhält er sich wie der oben erwähnte.

Der Nemalith aus dem Jakutsker Gebiete (längs dem Flusse Lena und seinen Nebenflüssen) ist unter den Namen »Amianth« oder »Bergflachs« lange bekannt. Hellgrau grünlich schillernd oder bläulich grün seidenglänzend. Die bis 28 cm langen Fasern stehen fast senkrecht auf den Salbändern. Oberflächlich wenig in der Umwandlung in *Mg*-Hydrokarbonate begriffen. Schön und rein. An Stücken aus Olekma u. a. wurde bestimmt *FeO* 0,12 % (faserig), 0,14 % (dicht) bis 0,08 %. Hierher stellt Verf. provisorisch auch den Nemalith von Kamtschatka mit 0,31 % *FeO*. An Stücken von Olekma erkennt man deutlich zartfaserigen Nemalith und eine dichte graue krystalline Masse von derselben chemischen Zusammensetzung.

Optisch ist der sibirische Nemalith von demjenigen aus Kaukasus sehr verschieden. Im konvergenten Lichte ist sein Bild gestört; die Fasern sind mit ihren Ellipsoiden nicht parallel orientiert. Den Winkel der opt. Axen vermutet Verf. größer, als bei den eisenhaltigen Nemalithen.

Die russischen Nemalithe sind mit Ausnahme der ostsibirischen denjenigen von Hoboken, Afghanistan u. a. sehr ähnlich. Verf. nennt alle diese *Fe*-haltigen Nemalithe Ferronemalithe und schreibt ihnen eine bestimmte, mit Serpentin- und Talkgesteinen verbundene Genesis zu. Begleiter des Ferronemaliths sind Chrysotil, Brucit, Talk, Hydromagnetit, Dolomit usw.

Der Nemalith im engen Sinne erhält die Charakteristik des Jakutsker Minerals.

Die Frage über die Beziehung zwischen Nemalith und Brucit berührend, findet Verf., daß diese zwei Spezies als verschiedene polymorphe Modifikationen eines und desselben *Mg*-Oxyhydrates anzunehmen sind.

In der Natur geht die Bildung der *Mg*-Oxyhydrate in großem Maßstabe vor sich. Sie gehen aber leicht in andere Mineralien über (am leichtesten Ferronemalith). Die Übergangsprozesse sind einerseits mit Metamorphismuserscheinungen verbunden, andererseits werden sie aber durch die in Serpentinen und Talken zirkulierenden Gewässer, hauptsächlich ohne atmosphärische CO_2, hervorgerufen.

Ref.: Wold. Isküll.

64. W. Vernadsky (in St. Petersburg): **Über Rb- und Cs-Feldspäte.** (Bull. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg 1911, 5, 561—562).

Da die am schönsten krystallisierten Feldspäte stets Rb und Cs enthalten, versuchte Verf. die Krystallisation der Orthoklasschmelze mit Zuschuß dieser Elemente. Auf den sonst zu Glas erstarrenden Orthoklas ist die Wirkung von Rb_2CO_3 im günstigsten Sinne. Bei der Synthese des Feldspats aus Al_3O_3, SiO_2 und R_2CO_3 erwies sich das Produkt krystallin. Analog verhält sich, wie es scheint, auch Cs.

Auf das Abschließen seiner Versuche muß Verf. vorläufig wegen der Aufgabe seines Katheders in der Moskauer Universität verzichten.

Ref.: Wold. Isküll.

65. A. Kasakow (in Moskau): **Beiträge zur Kenntnis der Palygorskitgruppe** (Bull. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg 1911, 5, 679—684).

I. β-Palygorskit aus Stausvik (Kirchspiel Helsingfors, Finnland). Reines Material ist seidenglänzend, weich und biegsam, verworren-faserig, gelblich. Schmelzbarkeit 2,5. Chemische Zusammensetzung als Mittel aus zwei Analysen:

SiO_2	59,39
Al_2O_3	11,16
Fe_2O_3	Spuren
FeO	0,38
MgO	8,46
SO_3	0,51
Mn und Cl	Spuren
CO_2	—
Glühverlust	20,39
	100,29

Nach Abzug beigemengter Mg- und Fe-Sulfate und 10,95 % freier SiO_2 und Berechnung auf 100 erhält Verf. die Formel des β-Palygorskits: $H_{20}Mg_2Al_2Si_7O_{29}$.

II. β-Palygorskit vom Dorfe Chabarskaja, Kreis Gorbatow, Gouv. Nishni-Nowgorod. Das Mineral stammt aus permischen Sandmergeln des rechten Okaufers. Schneeweiß, strukturell analog dem Stansvikschen P., spröde, von Gyps durchwachsen. — Ausgesuchtes Material gab folgende Analysenwerte (Mittel aus zwei Analysen):

SiO_2	53,44
Al_2O_3	12,85
FeO	0,10
MgO	9,01
CaO	1,46
SO_3	1,17
CO_2	Spuren
Glühverlust	21,61
	99,64

Nach Abzug des Gypses und 0,61 % freier SiO_2 (Quarz) und Umrechnung der Analyse auf 100 resultiert die Formel des β-Palygorskits.

Ref.: Wold. Isküll.

66. S. D. Kusnezow (in Tschita): **Zur Mineralogie Transbaikaliens** (Ebenda 897—901).

III. Powellit. Der aus den Nishne-Borsinsky'schen Goldseifen herstammende Powellit stellt schmutzigweiße bis gelblichbraune Krusten auf Molybdänglanz dar. Die Krusten sind blättrig wie Molybdänglanz und enthalten rötlich-

braune Schichtchen und mikroskopisch kleine Körner eines wie Kollophonium aussehenden Minerals und Quarzeinschlüsse.

Analyse von Bjeloussow ergab:

MoO_3	70,05
CaO	25,10
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	3,45
SiO_2	1,80
	100,40

WO_3 fehlt.

Nach Abzug von $CaMoO_4$ bleibt ein Überschuß von 5,95 MoO_3. Verf. hält es für möglich, daß dieser Rest mit Fe_2O_3 als ein molybdänsaures Eisensalz betrachtet werden kann.

Die Analyse des braunen Minerals konnte der geringen Quantität wegen nicht vollzogen werden.

IV. Wismutkarbonat. Bei der Untersuchung der Schliche aus den Seifen des Flusses Iwanowka, Nebenfluß der Kara, fand der Verf. weiche, abgerundete, gelbliche und grünliche Körner vom spez. Gewichte 6,03. Die Körner hatten Quarz- und Turmalineinschlüsse. Aus der Analyse 1 folgt, daß das Mineral als ein Gemenge von $\frac{2}{3}$ Bismutosphärit und $\frac{1}{3}$ Wismutoxyd angenommen werden kann.

Nach Erhalten neuen Materials wurden ausführlichere Untersuchungen vorgenommen. Es konnte festgestellt werden, daß sich im Karbonat Blättchen eines dunkelgrauen, weichen, metallglänzenden Minerals befanden, das wahrscheinlich Wismutglanz ist, aus dem das Karbonat entstanden war.

Kein Turmalin, Quarz und Wismutglanz enthaltende Körner waren selten, dennoch hat Verf. dreierlei Körner in genügenden Mengen aufbringen können:

a) Grünlichblaue Körner; spez. Gewicht 7,00. Analyse 2.
b) Apfelgrüne Körner; spez. Gewicht 6,86. Analyse 3.
c) Gelblichweiße Körner von tafeligem Aufbau; spez. Gewicht 6,65. Analyse 4.

Alle Analysen gehören Bjeloussow.

	1.	2.	3.	4.
Bi_2O_3	86,00	84,00	83,20	80,60
CO_2	5,22	8,60	8,40	9,20
CaO	—	[1]	[1]	4,20
MgO	—	—	—	0,60
H_2O	0,95	0,60	0,65	0,70
SiO_2	4,11	—	—	—
Fe, Cu	Spuren	—	—	—
Unlösl. Rückstand	3,84 (Schwarz. Mineral, Turmalin?)	6,40	7,40	4,20
	100,12	99,60	99,65	99,50

Die Analysen 2 und 3 weisen auf ein fast reines Bismutosphärit, Analyse 4 enthält außer den bei 2 und 3 gleichen Beimengungen noch etwas Mg-Ca-Karbonat.

1) Kontrollbestimmungen ergaben CaO bis 0,5 %.

Das unbeständige Gemenge von *Bi*-Karbonat, Witmutglanz, *Bi*-Hydroxyd, *Ca*-Karbonat, Quarz und Turmalin ist ein sekundäres Produkt, dessen Hauptbestandteil Bismutosphärit ist.

Ref.: Wold. Isküll.

67. **W. W. Arschinow** (in Moskau): **Über zwei Feldspäte aus dem Ural** (Moskau 1911, 1—12; deutsch. Resumé).

I. Über einen Kalinatronfeldspat aus dem Ilmengebirge im Ural.

Verf. untersuchte einen von P. Alexat erhaltenen Feldspat (Mikroperthit) aus einem Pegmatitgange bei der ersten Quelle des Baches Tscheremschanka. Das spez. Gewicht 2,5928 ($\mp$ 0,0005), pyknometrisch ermittelt, und die chemische Analyse (Mittel aus 2—3 Bestimmungen):

SiO_2	64,52
Al_2O_3	19,87
$Fe_2O_3(FeO)$	0,16
BaO	0,55
$CaO(SrO)$	0,05
Na_2O	4,46
K_2O	9,89
H_2O	0,49
	99,99

die der Formel $Or_{59}Ab_{40}Ce_1$ entspricht, bestätigen die auf Grund der bestimmten optischen Konstanten geäußerte Vermutung über seine Zusammensetzung.

II. Über einen Oligoklas-Albit aus dem Dorfe Kulachtinsky Otrjad im Südural.

Das Mineral stammt aus einem Chlorit-Glimmer-Schiefer, der hauptsächlich aus Paragonit (?), Biotit (?) und Leuchtenbergit besteht. Im Gestein wurden ferner beobachtet: Calcit, Zoisit, Granat, Rutil, Zirkon und Plagioklas. Dem letzten kommt nach der optischen Untersuchung die Zusammensetzung $Ab_{75}An_{25}$ bis $Ab_{87}An_{13}$ zu.

Das spez. Gewicht 2,640 und die chemische Analyse (Mittel aus 2 Bestimmungen):

SiO_2	63,37
Al_2O_3	23,06
CaO	3,74
Na_2O	9,45
K_2O	0,32
H_2O	0,03
	99,97

widersprechen den Resultaten der optischen Untersuchungen nicht.

Ref.: Wold. Isküll.

68. **W. Vernadsky** (in St. Petersburg): **Notizen über die Verbreitung der chemischen Elemente in der Erdkruste. V. Beobachtungen im Jahre 1910** (Bull. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg 1911, 5, 1007—1018).

Zur Fortsetzung (diese Zeitschr. I—II, **51**, 94—97; III, **52**, 521—526; **53**, 598—599) veröffentlicht Verf. seine zusammen mit B. Lindener und Fräulein

(Fortsetzung S. 609.)

	B	Ba	Bi	Ca	Cu	Cs	Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Na	Rb	Sn	Sr	Te
I. Elemente.																		
1. Wismut, Amutnaja, Transbaikalien			+															—
II. Sulfide.																		
2. Sphalerit, Kadainsky-Grube, hell									+				+					
3. » » » dunkel								+?	+				+					
III. Oxyde.																		
4. Kassiterit von Onon									+							+		
5. Zirkonoxyd, Saldas, Minas Geraes				+?														
6. Zirkon, Ilmengebirge				+						+	+							
7. Malakon, Ilmengebirge				+					?	+	+							
IV. Hydrate.																		
8. Nemalith, Kubangebiet				+								+						
9. » Jakutsker Gebiet				+								+						
10. Diaspor, Kossoj Brod	+			+														
V. Spinell.																		
11. Chrysoberyll, Takowaja				+							+							
VI. Silikate.																		
12. Glinkit, Ilmengebirge							+					+						
13. β-Palygorskit, Klitschkinsky-Grube							+			+	+	+						
VII. Alumosilikate.																		
14. Wiluit. Fl. Wilui	+			+							+							
15. Vesuvian, Fl. Borsowka, Bezirk Kyschtym	+			+							+							
16. » Mramorsky Sawod				+							+							
17. » Achmatowsk	+?	?		+						—	—							
18. » Schischimsker Berge	+			+														
19. Phlogopit, Sydenham, Frontenac, Ontario						+				+	+			+	+			+?
20. Hydrobiotit, See Kuldym, Kasslinskaja Datscha						?				+	+			+	?			+
21. Biotit, Ural				+						+	+			+	?			
22. Mariposit, Beresowsk	+			+?						+	+							

	B	Ba	Bi	Ca	Cu	Cs	Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Na	Rb	Sn	Sr	Te
23. Oellacherit, Sterzing, Tirol		+		+		?			?	+	+			+			?	
24. Glimmer, Nocera				+		+									+			+?
25. Mikroklin, Ilmengebirge										+	+			+	+			—
26. » Buö		+				?				+				+	+			
27. » Pikes Pike						+					+				+			—
28. » Huntila		+				—				+	+			+	+			—
29. » Lojo				+						+	+			+	+?			
30. Natronmikroklin, Striegau										(+)	+			+				
31. Leopardit, Gaston County, N. Carolina										+	+		+		+?			
32. Xanthophyllit, Schischimsker Berge				+														
33. Waluewit, Jeremejew'sche Grube	+?			+							+			(+)			+	
34. » Nikolae-Maximilianow'sche Grube	?			+						(+)	+						+	
35. Skapolith (Eckebergit), Hersekulla				+						+	+			+				
36. » Gutjal, Schweden				+						+	+			+				
37. Margarit, Eneery, Chester, Massachusetts	—			+						+	+			+				
38. Beryll, Tsilaisina, Madagaskar						+				?	+							
39. Worobiewit, Maharitza, Madagaskar						+					+							
40. Obsidian, Nowo-Nikolajewskoje beim Ararat										+	+			+				
41. Pechstein, Kara-Dag, Krym							+			+	+			+				
42. » Munzig, Sachsen						?			—	+	+			+				—
(VIII. Alumoborosilikate.)																		
IX. Alumocersilikate.																		
43. Uralorthit, Ilmengebirge				+	+				+?	+	+			+				
44. Orthit, Grönland							+?		+?	+	+							
X. Yttrosilikate.																		
45. Gadolinit, Hitterö											+							
46. » Ytterby	?			+							+			+			+	
XI. Titanosilikate.																		
47. Sphen, Gorny Schit, Ural				+														
48. » Tirol				+							+			+				

	B	*Ba*	*Bi*	*Ca*	*Cu*	*Cs*	*Fe*	*Ga*	*In*	*K*	*Li*	*Mg*	*Mn*	*Na*	*Rb*	*Sn*	*Sr*	*Te*
XII. Titanotantalate (Niobate).																		
49. Äschinit, Ilmengebirge				+		—			?	+	+							—
50. Pyrochlor. Ilmengebirge									?		+			+				?
XIII. Manganite.																		
51. Psilomelan, Tiwimewi, Tschiaturi									—		+?		+					
XIV. *Ta*-*Nb*-Mineralien.																		
52. Columbit, Mitchel, N.-Amerika				(+)			+		—		+		+					
53. Sipylit, Little Friar Mountain, Amberst, Virg.				+							+							
XV. Wolframate.																		
54. Nasturan, Johann-Georgenstadt				+						+	+			+				
55. » Joachimsthal				+	+		+?			+	+		+?	+				
XVI. Phosphate.																		
56. Monazit, Ilmengebirge						—			?	+	+			+	—			—
57. Xenotim, Ytterby				+		?			—	+	+			+	?			—
58. » Arendal				+		—			?	+	+			+				—
59. Wavellit, Böhmen						—			—	+	+				—			—
60. Amblygonit, Montebras, Frankreich						+			—?	+	+				+?			—?
XVIII. Vanadate.																		
61. Carnotit, Rock Creek, Colorado										+	+							—
XIX. Sulfate.																		
62. Gyps, Kadainsky-Grube				+													+	
63. Baryt, Tjuja Mujun		+															+	
XX. Karbonate.																		
64. Malachit, Tjuja Mujun					+						+							
65. Calcit, Kadainsky-Grube		+		+													+	
XXI. Nitrate.																		
66. Kalisalpeter, Burgustan'sche Höhlen bei Kislowodsk				+		+				+	+				+		+	

	B	Ba	Bi	Ca	Cu	Cs	Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Na	Rb	Sn	Sr	Te
XXII. Fluorkarbonate.																		
67. Kyschtymit, Kyschtymscher Bezirk				+?			+		?	+	+							—
(XXXIII. Haloidverbindungen.)																		
XXIV. Organische Verbindungen.																		
68. Dysodil, Randecker Maar				+		+				+	+			+				
I. Sublimate und Salzausblühungen.																		
1. Absatz in den Röhren der Quelle Nr. 1, Shelesnowodsk, Kaukasus		+		+	+									+	+?		+	—
2. Absatz im Stollen der Quelle Nr. 1; Shelesnowodsk		+		+	+?	+								+	+		+	
3. Travertin im Abflußkanal der Quelle Nr. 4, Shelesnowodsk		+		+	+?									(+)	+		+	
4. Travertin einer neuen Quelle, Emanuel-Park, Pjatigorsk		+		+	+									+	+		—	—
5. Travertin, Park in Kisslowodsk				+	(+)					+	+			+	(+)		+	
6. Travertin der Quelle Ftorye Kamyschki, Shelesnowodsk		+		+						+	+			+			+	
7. Travertin aus dem Gerinne der Ssabanejewschen Quelle, Pjatigorsk		(+)		+			+			(+)	+	+		+			+	
8. Travertin aus dem Gerinne der Alexandro-Jermolow'schen Grube, Pjatigorsk		+?		+							(+)						+	
9. Absatz aus dem Boden des Brunnens Nr. 4, Shelesnowodsk				+									+	+				
10. Ausblühungen des Schlammvulkans Nirano	+									+	+			+				
11. Brauner Beschlag des Schlammvulkans Bos, Kaukasus	+									+	+			+				
12. Ausblühungen des Schlammvulkans bei Marasy, Kaukasus	+			+	+					+	+			+	?		+	—
II. Ausscheidungen aus wässerigen Lösungen.																		
13. Ausscheidungen einer Mineralquelle, Emanuel-Park, Pjatigorsk				+	—					+	+			+	+		+	

	B	Ba	Bi	Ca	Cu	Cs	Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Na	Rb	Sn	Sr	Te
14. Abflußkanal der Quelle Nr. 4, Shelesnowodsk				+						—	—						+	
15. Gas, Ponomarjew'sche Quelle, Essentuki .				+	?									+	?		+	
III. Bodenproben.																		
16. Weißerde, Gouv. Baku				+	?		+			+	+			+				
17. Karbonat — Humusboden, Gouv. Samara:																		
a) Alluvialschicht von 2—7 cm				(+)						+	+			+				
b) Humusschicht, 10—15 cm				+						+	+			+				
c) Gyps, 26—30 cm		+		+						+	+			+			+	
IV. Gesteine.																		
18. Tuff, Randecker Maar:																		
a) in HCl unlöslicher Teil		(+)		+	—												+	
b) » » löslicher Teil					+										—			?
c) Auszug mit Essigsäure				+	—									+			+	
d) in Essigsäure unlöslicher Teil				+	+				+?	+							+	
e) HCl-Auszug		+?		+	+												+	
f) in HCl unlöslicher Teil				+	+												—	
19. Tuff, reich an organ. Verbindungen, Randecker Maar				+	+					+	+			+				
20. Vulkanischer Tuff von Guttenberg				+			+?			+	+			+			+	
21. Jurakalk von ebenda				+							+			+				
22. Serpentingestein, Norheim, Nahe				+?	?					+	+			+				
23. Diabas von ebenda					+										—			
24. Basalt, King Kraig bei St. Elie, Schottland .							+			+	+			+				
25. Diatreme, St. Elie, Schottland				+?	?					+	+			+				
26. Kalkstein mit Salpeter, Burgustan, Kaukasus				+	+				—	+	+			+	?		+	
27. Kaolinisierter Granit (China Stone), St. Austell, Cornwallis				+	+					+	+			+	+			
Künstliche Produkte.																		
1. V-Oxyd von Kahlbaum						+												—
2. Y_2O_3 von Markwald				+														
3. Cu-Oxydul von Ferrein				+		+											+	
4. Gummi arabicum von Keller				+						+				+			+	

E. Revoutzky erhaltenen Resultate der spektroskopischen Untersuchungen verschiedener Mineralien. Wie auch früher sind die Resultate in Tabellen gegeben, indem die wichtigsten Data in bezug auf *In*, *Cs*, *Rb*, *B*, *Li*, *Sr* hervorgehoben werden (siehe S. 604—608). Zum Schluß sind Bemerkungen zu den Tabellen beigegeben.

Ref.: Wold. Isküll.

69. K. Nenadkewitsch (in St. Petersburg): **Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Mineralien Rußlands** (Trav. d. Mus. Géol. Pierre le Grand pr. l'Acad. d. Sc. St. Pétersbourg 1911, **5**, 37—56) (Fortsetzung zu Ausz. diese Zeitschr. **47**, 288—289).

Besonders ausführlich werden die analytischen Methoden geschildert.

III. Zinkdibraunit — $ZnO . 2MnO_2 . 2H_2O$. Das Mineral hat Verf. im Gebiete der Olkuscher Zinkgruben gefunden. Es stellt im trockenen Zustande eine weiche, erdige, schokoladenfarbige Masse, die auf Aushöhlungen und Rissen im Galmeierze angetroffen wird, vor.

Spez. Gewicht 4,63 bei 15⁰ C. (am bei 100⁰ getrockneten Material ermittelt).

Die Analyse ergab:

ZnO	23,28
MnO_2	52,27
H_2O	13,59
PbO_2	6,89
PbO	0,54
Fe_2O_3	1,28
CaO	0,94
SiO_2	0,06
Al_2O_3	0,12
CoO	Spur
BaO	»
CuO	»
$Tl_2O + K_2O$	0,51
	99,48

Parallele *Pb*-Bestimmungen an Proben aus verschiedenen Stellen des Vorkommens erwiesen einen variierenden Gehalt an PbO_2 im Vergleich mit MnO_2; das Verhältnis $MnO_2 : ZnO$ blieb dagegen fast unverändert. Hieraus wird der Schluß gezogen, daß: 1. entweder vertritt PbO_2 isomorph MnO_2 oder 2. gehört es einem mechanisch beigemengten Plumbat (vielleicht einem *Zn*-Plumbat) an. Verf. scheint die letzte Meinung wahrscheinlicher.

Die chemische Formel ist nahezu $ZnO . 2MnO_2 . 2H_2O$. Diese Verbindung wird als Salz einer *Mn*-Dimetasäure angenommen. Da die MnO_2-sauren Salze nicht Manganate heißen sollten, schlägt Verf. vor, die Salze der Ortho-Säure — Manganit und Hausmannit (Manganomanganit) — Manganite, die Salze der Meta-Säure — Braunit — Braunite zu nennen.

Hieraus würde folgen, daß das metamangansaure Salz $ZnO . 2MnO_2 . 2H_2O$ als ein Salz der Dimetamangansäure anzunehmen wäre und solches *Zn*-Analogon des Braunits den oben gegebenen Namen führen müßte.

Bei dieser Klassifikation ist der bekannte Chalkophanit ein *Zn*-Dibraunit, in dem ein Teil des Zinkes *Mn*-Oxydul isomorph ersetzt hat und der Zinkdibraunit selbst das extremste Glied der Braunite vom Chalkophanittypus.

IV. Kupferhaltiges Gold. Das im Berge Karabasch, östlich vom Sojmonowschen Tale im Ural, gefundene Gold erhielt Verf. von A. W. Nikolajew. Das goldführende Gestein besteht aus Pyroxen, Granat, Pennin, ein wenig Serpentin, Magnetit, Calcit, Apatit, gediegen Kupfer, Kupfergrün. Das Gold befindet sich im Gestein nach Nikolajew in zwei Generationen: 1. eingeschlossen im Muttergestein (primäre Bildung) und 2. in den das Gestein in verschiedenen Richtungen durchquerenden Rissen (sekundäre Bildung).

Analysiert wurde das Gold zweiter Generation:

Au	74,33
Ag	4,49
Cu	20,39
Unlösl. Rückstand	0,26
Fe	Spur
	99,47

Spez. Gewicht 15,17 bei $\frac{17^0}{4^0}$ C.

V. Powellit. Als Fundort des Powellits wird das Gebiet der Karysch-Gruben (Kreis Minussinsk, Gouv. Jennisseisk) angegeben. Das Mineral stellt Pseudomorphosen nach Molybdänglanz, der das verwitterte Granitgestein imprägniert, vor. Die beschriebenen Stufen gehören in die Kontaktzone des Granits mit Kalkstein. Der Powellit wiederholt die Form und die Struktur des Molybdänglanzes; perlmutterglänzend.

Die Analyse nach der angegebenen Methode ergab:

		Theoretisch:
CaO	28,85	28,03
MoO_2	71,14	71,96
	99,99	

Der Überschuß an CaO wird Verunreinigungen zugemessen.

Ca ersetzt S in MoS_2 bei günstigen Bedingungen bis zur vollen Vertretung. Solche Bedingungen sind im Ca-reichen zersetzten Gestein der Kontaktzone zu denken. Verf. hat quantitativ diesen Pseudomorphisationsprozeß dargestellt.

VI. Cs-Beryll, Worobiewit, vom Dorfe Lipowaja (Ural), ist bereits in der Arbeit von W. Vernadsky (diese Zeitschr. 1912, **50**, 13—75) beschrieben. Verf. berichtet über die bei der Analyse angewandte Methode.

Ref.: Wold. Isküll.

70. S. Weyberg (in Warschau): **Einige Kaolinate und ihre Derivate** (Trav. d. Mus. Géol. Pierre le Grand pr. l'Acad. d. Sc. St. Pétersbourg 1911, **5**, 57—215).

Einzelne Experimente aus dem vorliegenden Werke hat Verf. kurz gefaßt im Laufe mehrerer Jahre (1903—1908) publiziert[1]. Hier werden sie, durch eine gemeinsame Idee verbunden, systematisch beschrieben.

In der Einleitung schildert Verf. die verschiedenen Bahnen, die die Forscher auf dem Gebiete der Alumosilikate einschlagen. Diese Bahnen sind:

---

1) Diese Zeitschr. **42**, 624, 624—625; **44**, 83—84, 85—86, 274—275, 282—283, 284; **46**, 298—299, 299—300, 300—301, 302; **48**, 519—520; **49**, 485—486, 489—490.

1. Die Analyse der natürlichen Mineralien und die Berechnung der Analysen hauptsächlich auf Grund des Isomorphiebegriffes (Tschermak u. a.).

2. Die Synthese solcher Verbindungen, die in der Natur durch Mineralien vertreten sind a) zur Erläuterung der Bildung der natürlichen Mineralien (Lemberg, Morozewicz) und b) rein chemische Synthesen zur Erklärung der chemischen Zusammensetzung der Mineralien und zum Begriff der isomorphen Reihen (Abelman, Vogt).

3. Vertauschungen, Zerspaltungen und Addition (Lemberg, Thugutt).

4. Theroretische Verallgemeinerung. Von Bedeutung sind die Ansichten von Vernadsky, Thugutt und Morozewicz.

5. Künstliches Darstellen solcher Alumosilikate, die in der Natur nicht repräsentiert sind. Verfs. Synthesen gehören in diese Gruppe.

Auf S. 63—87 beschreibt Verf. die bei der Synthese und Analyse angewandten Methoden. Zur Synthese dienten Kaoline, besonders der Karlsbader Kaolin, mit dem Lemberg und Thugutt ihre Synthesen vollzogen hatten, und die reinsten chemischen Präparate von Kahlbaum.

Verf. bedient sich bei der Benennung der synthesierten Alumosilikate der Nomenklatur der Alumokieselsäuren, als deren Salze natürliche Alumosilikate anzunehmen wären; so werden genannt:

$H_2Al_2SiO_6$ Margaritsäure
$H_2Al_2Si_2O_8$ Kaolinsäure
$H_2Al_2Si_3O_{10}$ Zimolithsäure
$H_2Al_2Si_4O_{12}$ Pyrophillitsäure
$H_2Al_2Si_5O_{14}$ Harmotomsäure
$H_2Al_2Si_6O_{16}$ Albitsäure.

Zum experimentellen Teil der Arbeit übergehend, bespricht Verf. auf S. 91 bis 117 die normalen Kaolinate (kaolinsaure Li-, K-, Na-Salze).

1. Li-Kaolinat. Der Kaolin reagiert leicht mit geschmolzenem Li_2SO_4 nach der Gleichung

$$H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + Li_2SO_4 = Li_2Al_2Si_2O_8 + H_2SO_4 + H_2O.$$

Hierbei bilden sich rhombische, in schwachen Säuren lösliche Krystalle des γ-Li-Kaolinats [1]). Das Kaolinat ist im alkalischen Li_2SO_4-Medium stabil. In der Li_2SO_4-Schmelze bildet das kaolinsaure Lithium weder Verbindungen mit Li_2O noch mit Li_2SO_4.

Nach den bisherigen Untersuchungen ist das Li-Kaolinat also trimorph.

2. Das K-Kaolinat hat Verf. aus Kaolin und K_2CrO_4 ($H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 5K_2CrO_4$ bis $H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 8K_2CrO_4$) in kleinen farblosen Prismen mit gerader Auslöschung und kleinster Elastizität nach der Längsaxe nebst Cr-Oxyd-Krystallen dargestellt. Beim Überschuß von K_2CrO_4 krystallisiert $K_2Al_2Si_2O_8$ sehr schlecht. $K_2Al_2Si_2O_8$ wurde vom Verf. noch aus Kaolin $+ K_2CO_3 + 40\,KCl$ als ein morphologisch demjenigen aus der K_2CrO_4-Schmelze gewonnenen ähnlichen Produkt synthesiert (ε-Kaolinat). $H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 3K_2CO_3 + 40\,KCl$ bilden ein in sehr kleinen tetragonalen (?) Kryställchen krystallisierendes Kaolinat (δ-Kaolinat), dessen größte Elastizität mit der Länge des Krystalles verbunden

1) α-kaolinsaures Lithium ist das Mineral Eukryptit, das β-Salz ist das im V-sauren Lithium erhaltene rhomboëdrische Salz.

ist. Folglich bilden sich aus neutralen Schmelzen ein Kaolinat mit kleinster, aus alkalischen Schmelzen mit größter Elastizität nach der c-Axe.

Zu den früher bekannten $3\,K$-Kaolinaten reihen sich somit zwei neue, woraus die Pentamorphie dieser Verbindung folgt.

Kaolinsaures Kalium bildet in Schmelzen keine Doppelverbindungen mit KCl, K_2SO_4 und K_2CrO_4.

Die Synthesen von K- und Li-Kaolinat geben den Beweis dafür, daß nur die Hälfte des Wasserstoffes des Kaolins von Metall ersetzt werden kann.

3. Na-Kaolinat. Aus $10\,Na_2CO_3 + H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O$ erhielt Verf. bei einer weit niedrigeren Temperatur als die Schmelztemperatur Na_2CO_3, farblose durchsichtige isotrope runde Körner. Die chemische Zusammensetzung der Körner beweist, daß hier außer Kaolinatbildung noch Additionsreaktion vor sich gegangen ist.

Sodalithe.

Die Seiten 118—136 der Arbeit sind Na-Sulfat, $LiBr$-, Na-Chromat-Sodalithen gewidmet.

1. Na-Sulfat-Sodalith. Aus der Schmelze $3Na_2CO_3 + H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 40\,Na_2SO_4$ erhielt Verf. optisch isotrope angeschmolzene Rhombendodekaëder von der chemischen Zusammensetzung

$$5\,(Na_2Al_2Si_2O_8)\,.\,Na_2SO_4.$$

Aus der Schmelze $20\,Na_2CO_3 + 2(H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O) + 23\,Na_2SO_4$ bildete sich ein morphologisch ähnliches Produkt von der Formel

$$15\,(Na_2Al_2Si_2O_8)\,.\,8Na_2O\,.\,Na_2SO_4.$$

Na-Kaolinat bildet aus Schmelzen dieselben Sodalithe, die auch auf nassem Wege entstehen.

2. Na-Chromat-Sodalithe sind dargestellt worden: a) aus $H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 20\,Na_2CrO_4$ die Verbindung $2Na_2Al_2Si_2O_8 \,.\, Na_2CrO_4$ und b) aus $3\,Na_2CO_3 + H_2Al_2Si_2O_8 \,.\, H_2O + 40\,Na_2CrO_4$ die Verbindung $4Na_2Al_2Si_2O_8 \,.\, Na_2CrO_4$. Beide Salze stellen mikroskopisch kleine $\{110\}$ dar.

Je alkalischer die Schmelze, desto weniger addiert sich Na_2CrO_4 zum Kaolinat.

3. Den Lithium-Brom-Sodalith

$$7\,(Li_2Al_2Si_2O_8)\,.\,2LiBr$$

stellte Verf. aus 3—6 g Kaolin mit 40 g $LiBr$ dar. Das Salz ist dodekaëdrisch.

Die Sodalithe sind, analog Krystallhydraten, schwach an Kaolinate in verschiedenen Proportionen gebundene Additionsprodukte verschiedener Salze. Die Zusammensetzung der Sodalithe hängt von der Bildungsbedingung und den individuellen Eigenschaften sowohl der Kationen wie auch der Anionen der sich ihnen anschließenden Salze ab.

Basische Kaolinate.

Auf den Seiten 136—157 werden Synthesen von den Typen $R'_6Al_2Si_2O_{10}$, $R'_8Al_8Si_7O_{30}$ und $R'_4Al_4Si_3O_{14}$ besprochen.

1. Aus der Schmelze Kaolin $+ LiCl$ (z. B. 8 g Kaolin $+$ 40 g $LiCl$), $2SiO_2 + Al_2O_3$ mit Li_2CO_3 in viel $LiCl$ oder Kaolin, $LiCl$ und Li_2CO_3 bildet sich eine und dieselbe feinprismatische gerade auslöschende Verbindung $Li_6Al_2Si_2O_{10}$,

welche auf Grund ihrer Bildungsbedingungen $Li_2Al_2Si_2O_8 . 2Li_2O$ geschrieben wird. Diese Verbindung ist in alkalischen $LiCl$-Lösungen sehr stabil. Aus Li_2SO_4-Schmelzen bildet sich dieses Salz nicht.

2. a) Bei dauerndem Einwirken geschmolzenen Na_2CrO_4 auf Kaolin wird ein sodalithartiges körniges, selten würfeliges Alumosilikat von der Formel $Na_8Al_8Si_7O_{30} . Na_2CrO_4$ erhalten. Verf. gruppiert die Formel noch auf einer anderen Weise — $7(Na_2Al_2Si_2O_8) . Na_2Al_2O_4 . 2Na_2CrO_4$.

b) Bei Einwirkung von $BaCl_2$ und $SrCl_2$ auf Kaolin sind $Ba_4Al_8Si_7O_{30}$ und $Sr_4Al_8Si_7O_{30}$ gebildet worden.

Für die Ba-Verbindung sind die besten Krystallisationsbedingungen: etwa 40 g $BaCl_2$ und 3—5 g Kaolin erhitzt, im Laufe von 100—120 Stunden bei einer die Schmelztemperatur des $BaCl_2$ etwas übersteigenden Wärme. Es bildeten sich kurze hexagonale prismatische Kryställchen oder Täfelchen. Die prismatischen Individuen sind doppeltbrechend, löschen gerade aus, sind optisch negativ; die Täfelchen weisen aber keine Doppelbrechung auf. Verf. zählt die prismatischen Bildungen zur hexagonalen Hemiedrie.

Das Sr-Präparat wurde auf dieselbe Weise hergestellt, nur die Temperatur war etwas höher.

Der nach den leicht in schwachen Säuren löslichen Ba- und Sr-Verbindungen bleibende Rückstand hat die ungefähre Zusammensetzung $15SiO_2 . 2Al_2O_3$.

c) Aus Kaolin und K_2CrO_4 bei Anwesenheit von $CaCO_3$ (2,6 g Kaolin + 30 g K_2CrO_4 + 1 g $CaCO_3$) wurde $K_8Al_8Si_7O_{30}$, ein mit δ-kaolinsaurem Kali isomorphes Salz erhalten.

3. a) Aus denselben Ausgangsquantitäten hat Verf. bei unbestimmten Temperaturbedingungen eine dem δ-Kaolinate isomorphe Verbindung von der Zusammensetzung $K_4Al_4Si_3O_{14}$ hergestellt.

b) Aus $K_2CO_3 + Al_2O_3 + 2SiO_2 + 40KCl$ ausgehend, stellte Verf. ein morphologisch und optisch mit ε-K-Kaolinat übereinstimmendes Produkt $K_4Al_4Si_3O_{14}$ her.

Margaritsaure Salze.

Die Synthesen beziehen sich auf das Salz $K_2Al_2SiO_6$ und einige Additionsprodukte zu den margaritsauren Salzen.

1. Das einfache Salz von der Zusammensetzung $K_2Al_2SiO_6$ erhielt Verf. stets dann aus Kaolin + K_2CrO_4, wenn die maximale Temperatur des Brenners angewandt wurde. (Bei niedriger Temperatur bildet sich ε-kaolinsaures Kalium.) Das Salz ist optisch isotrop, oktaëdrisch, zieht kein Wasser an und ist in schwachen Säuren leicht löslich.

Von den Additionsprodukten nennt Verf. folgende:

2. $3(Ca_2Al_2SiO_7) . 2CaCl_2$. Diese Verbindung wurde aus $CaCl_2$ und Kaolin bei verschiedener Schmelzdauer als ein tetraëdrisches, optisch isotropes, in Säuren lösliches Produkt erhalten. Je länger die Wirkung der hohen Temperatur auf die Schmelze war, desto mehr näherte sich die Zusammensetzung des gewonnenen Alumosilikates der theoretischen.

3. Beim Versuche, die entsprechende Br-Verbindung darzustellen, konnten aus den Schmelzen zwei Ca-Alumosilikate isoliert werden: das eine war ein morphologisch der erwähnten Cl-Verbindung gleiches tetraëdrisches Produkt, dem Verf. die Formel $Ca_2Al_2SiO_7 . CaAl_2O_4 . CaBr_2$ zuschreibt, das andere war eine

tetragonal-prismatische Verbindung $Ca_2Al_2SiO_7$. Das Br-enthaltende Alumosilikat bildet sich aus dem letztgenannten durch Vereinigung mit $CaBr_2$.

Das prismatische Salz $Ca_2Al_2SiO_7$ stellt eine Kombination aus einem tetragonalen Prisma, Basis und Bisphenoid dar. Ätzfiguren beweisen die tetragonal-bisphenoidale Symmetrie. Der Fall liefert somit das erste glaubwürdige Beispiel der niedrigsten tetragonalen Symmetrie.

Das Abschluß-Kapitel (S. 175—193) enthält theoretische Erwägungen des Verfs. in bezug auf die chemische Zusammensetzung der Silikate, wobei die von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Theorien in Betracht genommen werden.

Außer den im Laufe des experimentellen Teiles der Arbeit gezogenen Schlüssen werden hier noch folgende hervorgehoben:

1. Die Lehre von den Alumosilikaten als kieselsauren Salzen des Aluminiums und anderer Metalle ist aufzugeben.

2. Die wahrscheinlichste Formel des Gehlenits ist $CaAl_2Si_2O_8 \,.\, 2CaO$.

3. Die normalen Kaolinate $R'_2Al_2Si_2O_8$, basischen Kaolinate $R'_8Al_8Si_7O_{30}$ und $R'_4Al_4Si_3O_{14}$ und margaritsauren Salze $R'_2Al_2SiO_6$ haben so viel Gemeinsames, daß bei ihnen ein gleicher Typus der chemischen Konstitution zu vermuten ist.

Aus solchen Gründen schlägt Verf. vor, die margaritsauren Salze ebenso wie auch die Verbindungen $R'_8Al_8Si_7O_{30}$ und $R'_4Al_4Si_3O_{14}$ als Additionsprodukte von Aluminaten zum Kaolinat zu bezeichnen:

$$\begin{aligned} 2R'_8Al_8Si_7O_{30} &= 7(R_2Al_2Si_2O_8) \,.\, R_2Al_2O_4. \\ 2R'_4Al_4Si_3O_{14} &= 3(R_2Al_2Si_2O_8) \,.\, R_2Al_2O_4. \\ 2R'_2Al_2SiO_6 &= R_2Al_2Si_2O_8 \,.\, R_2Al_2O_4. \end{aligned}$$

Da aber die Kaolinate selbst nach Thugutt stabiler in der Form zweier Zimolithradikale mit einem Aluminatradikal sind, so erhalten die Verbindungen Verfs. folgende endgültige Strukturformeln:

$$\begin{aligned} 6R_8Al_8Si_7O_{30} &= 7(2R_2Al_2Si_3O_{10} \,.\, R_2Al_2O_4) \,.\, 3R_2Al_2O_4. \\ 2R_4Al_4Si_3O_{14} &= (2R_2Al_2Si_3O_{10} \,.\, R_2Al_2O_4) \,.\, R_2Al_2O_4. \\ 6R_2Al_2SiO_6 &= (2R_2Al_2Si_3O_{10} \,.\, R_2Al_2O_4) \,.\, 3R_2Al_2O_4. \end{aligned}$$

Im Anhang zur Arbeit (S. 195—214) beschreibt Verf. einige Verbindungen, die teils als Nebenprodukte erhalten wurden. Es sind:

$Na_2Fe_2Si_4O_{12}$
$Na_4Cr_4Si_6O_{23}$
$Na_{10}Cr_4Si_{11}O_{33}$
$95SiO_2 \,.\, 2Cr_2O_3 \,.\, 3Na_2O$
Li_4SiO_4
$Li_2Cr_2O_4$
$Li_2Al_2O_4$ und
$CaCrO_4$.

Die genannten Synthesen führen Verf. zu folgenden Schlüssen:

1. Alumosilikate $R'_2Al_2Si_3O_{10}$ und $R'_2Al_2Si_4O_{12}$ wechseln leicht ihr Metall in Alkalimetall-Salzschmelzen, bilden aber sehr schwer krystallisierte Verbindungen.

2. Serpentin, Sepiolith und Talk reagieren leicht mit Alkalimetall-Salzschmelzen.

3. $2SiO_2 + Fe_2O_3 + Na_2CO_3$ bilden in $NaCl$-Schmelzen bei gewissen Bedingungen rhombische (?), mit Ägirin nicht isomorphe Krystalle, deren chemische Zusammensetzung sehr genau mit der Formel $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$ übereinstimmt.

4. SiO_2, Fe_2O_3 uud Na_2CO_3, in verschiedenen Proportionen mit einem Überschuß von $NaCl$ geschmolzen, bilden schwarze, in $NaCl$ unlösliche Gläser, die bei geeigneten Bedingungen $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$, Hämatit und unbestimmte Produkte abgeben.

5. $2SiO_2 + CrO_3 + Na_2CO_3$ bilden im Chlornatrium eine rhombische Verbindung $Na_4Cr_4Si_6O_{23}$.

6. Verschiedene Proportionen von Na-Metasilikat und Chromoxyd bilden in $NaCl$ eine rhombische Verbindung $Na_{10}Cr_4Si_{11}O_{23}$.

7. $(NH_4)_2Cr_2O_7 + 2Na_2SiO_3 + 40NaCl$ scheiden ein tridymitartiges Produkt $95SiO_2 . 2Cr_2O_3 . 3Na_2O$ aus.

8. Bei Versuchen Li-Chromi- oder Li-Ferrisilikate in Li-Salzschmelzen zu gewinnen, bildet sich statt dessen rhombisches Li_2SiO_4.

9. Li_2CrO_4 unter Luftzufuhr geschmolzen, scheidet zuerst Chromoxyd in nadeligen Prismen, dann aber bronzene Massen in Säuren unlöslicher $Li_2Cr_2O_4$-Oktaëder aus.

10. SiO_2, Al_2O_3 und Li_2CO_3 mit großem Überschuß von Li_2SO_4 geschmolzen, bilden $Li_2Al_2O_4$ in korrodierten, farblosen, durchsichtigen, optisch isotropen, in Wasser unlöslichen, in Säuren löslichen Körnern aus.

11. Kaolin mit großem Überschuß von K_2CrO_4 in Anwesenheit von Ca-Salzen bildet außer Alumosilikat grüne nadelige in Säuren unlösliche $CaCrO_4$-Krystalle.

12. In den Bildungsbedingungen der Kaolinate können zuweilen Ferri- und Chromi-Silikate erhalten werden, die weder in ihrer chemischen Zusammensetzung, noch Eigenschaften oder krystallographisch den Kaolinaten analog sind.

Zwei Tafeln mit Mikrophotographien einiger krystallierten Verbindungen sind beigegeben.

Ref.: Wold. Isküll.

71. S. Smolensky (in St. Petersburg): **Schmelzversuche von Bisilikaten und Titanaten** (Annal. de l'Inst. Polytechn. St. Pétersbourg 1911, **15**, Techn. Abt. 245—263; deutsch. Resumé).

Verf. untersuchte die Systeme: 1. $CaSiO_3 + CaTiO_3$, 2. $BaSiO_3 + BaTiO_3$ und 3. $MnSiO_3 + MnTiO_3$.

Bei den Versuchen, einige titansäurehaltige Silikate zu bilden, gelang es Verf., $CaTiSiO_3$ in guten großen Krystallen, die dem natürlichen Sphen entsprachen, zu erhalten, dagegen krystallisierte $BaTiSi_3O_9$ (Benitoit) nicht und die Masse erstarrte zu blauem Glase.

Ref.: Wold. Isküll.

72. A. Woloskow (in St. Petersburg): **Schmelzversuche von Bisilikaten mit Sulfiden und Halogenverbindungen** (Ebenda 421—442; deutsch. Resumé).

Es wurden die Systeme $MnSiO_3 + MnS$, $BaSiO_3 + BaS$ und $BaSiO_3 + BaCl_2$ untersucht. Außerdem werden noch Resultate der Löslichkeitsversuche von MnS und FeS in $BaSiO_3$ vorgeführt.

Ref.: Wold. Isküll.

73. F. Löwinson-Lessing (in St. Petersburg): **Über eine neue krystallchemische Beziehung** (Ebenda 583—586).

Becke hat gefunden, daß bei der Doppelsalzbildung der Symmetriegrad fällt (z. B. Calcit und Magnesit sind hemiëdrisch, das Doppelsalz — Dolomit — ist tetartoëdrisch, KNO_3 und $AgNO_3$ sind rhombisch, ihr Doppelsalz ist monoklin usw.). Ssurawitsch hat bewiesen, daß Hydrate im Vergleich mit den entsprechenden Anhydriden eine niedrigere Symmetrie besitzen.

Verf. zeigt, daß aus Silikat und nichtsilikatischem Teil bestehende Mineralien höheren Symmetriegrad aufweisen, als die entsprechenden Silikate, und gibt folgende Beispiele an:

1. Nephelin, Kaliophilit, Eukryptit und künstliches Silikat $Na_2 . OAl_2O_3 . 2Si_2O_2$ sind hexagonal, dagegen sind Sodalith, Hauyn und Nosean (Nephelinsilikat $+ NaCl$, Na_2SO_4, $CaSO_4$, Na_2S usw.) alle kubisch. Cancrinit (Nephelin + Calcit) wäre eine Ausnahme, wenn man nicht annehmen würde, daß er auch Wasser enthält, dessen symmetrieerniedrigende morphotropische Wirkung die symmetriehebende Wirkung $CaCO_3$ in diesem Falle übertrifft.

2. Marialith (Albit $+ NaCl$) krystallisiert quadratisch, indem Albit triklin ist.

3. Helvin $3(Be, Mn, Fe)_2SiO_4 + (Mn, Fe)S$ ist kubisch, Fayalit, Tephroit und Knebelit sind dagegen rhombisch, Phenakit hexagonal.

4. Danalit unterscheidet sich von Helvin hauptsächlich durch Willemit-Beimengung und ist auch kubisch.

5. Stellt man sich den quadratischen Melinophan entweder als $2BeSiO_3 . Ca_2SiO_4 . NaF$ oder $Be_2SiO_4 . 2CaSiO_3 . NaF$ vor, so hat man auch hier im Vergleich mit den ihn bildenden monoklinen, rhombischen und rhomboëdrischen Silikaten eine Erhöhung der Symmetrie.

6. $Ca_2SiO_4 . CaCl_2$ ist rhombisch, Ca_2SiO_4 rhombisch oder monoklin.

7. Leukophan ($CaSiO_3 + BeSiO_3 + NaF$) wiederholt das am Melinophan erwähnte.

8. $Ca_2SiO_4 . Ca_3(PO_4)_2$ ist rhombisch, besitzt also auch eine höhere Symmetrie.

9. Die Melanoceritgruppe: Kapellenit, Melanocerit, Kariocerit und Tritomit krystallisiert hexagonal, was im Vergleich mit der Symmetrie der an der Zusammensetzung beteiligten Silikate symmetrieerhöhend ist.

Ref.: Wold. Isküll.

74. F. Löwinson-Lessing (in St. Petersburg): **Versuche über Umkrystallisation der Gesteine in festem Zustande** (Annal. de l'Inst. Polytechn. St. Pétersbourg 1911, 15, Techn. Abt. 577—582).

Verf. führte die Experimente in der Wand eines Martin'schen Ofens bei einer Temperatur von ungefähr 1200°—1300° aus. Die Dauer der Hitzewirkung betrug 8 Monate. Untersucht wurden Pyroxenite und Dunit vom Djeneschkin Kamen im Ural.

Der Pyroxenit erwies sich nach dem Experiment als porös und spröde, aber vollkrystallin. Außer monoklinem Pyroxen wurde mikroskopisch Eisenoxyd beobachtet; der Olivin des frischen Pyroxenits war nicht mehr nachweisbar.

Im Dunit war eine tiefe Umwandlung vor sich gegangen. Der Serpentin des Gesteins war verschwunden. An seine Stelle hatten sich Gruppen rhombischer Pyroxenkrystalle und seltene polysynthetische Tafeln eines den Wahlschen Enstatit-Augiten ähnlichen Pyroxens gebildet. Der größte Teil des Dünn-

schliffes ist von körnigen Olivinanhäufungen eingenommen. Diese Körner sind von dem Olivin des Dunits verschieden: sie sind hier enger zusammengruppiert, an den Kanten wellenförmig verzahnt und besonders in der Mitte der Körner von schwarzen Körnchen (Fe_2O_3?) besät.

Die Struktur des Gesteins hat sich insofern geändert, als die Pyroxenkörner nicht an Stelle des Serpentins getreten sind, sondern gewisse Regionen neben großen kompakten Olivinfeldern bilden.

Chemisch veränderte sich das Gestein in der Beziehung, daß 1. das Wasser verdrängt wurde und 2. fast das ganze Eisenoxydul sich in Fe_2O_3 umgewandelt hatte.

Den Prozeß der Umwandlung stellt sich Verf. so vor, daß 1. der Serpentin sich in rhombischen Pyroxen und Olivin spaltet; 2. der letztere sich mit dem Olivin des Dunits vereinigte und sich umgruppierte; 3. sich monokliner Pyroxen bildete und das oxydierte Eisen in den Olivin diffundierte.

Ref.: Wold. Isküll.

75. P. Lebedew (in St. Petersburg): **Experimentelle Untersuchungen einiger binärer Systeme von Silikaten** (Annal. de l'Inst. Polytechn. St. Pétersbourg 1911, **15**, Techn. Abt., 691—720; deutsch. Resumé).

Verf. untersuchte folgende binäre Systeme: 1. Olivin + Diopsid, 2. Wollastonit + Anorthit, 3. Ägirin + Anorthit und 4. Olivin + Anorthit.

Bei Schmelzversuchen mit den letzten zwei Systemen konnten in Dünnschliffen Neubildungen beobachtet werden: im System Ägirin + Anorthit bildete sich ein Feldspat, dessen Zusammensetzung zwischen Andesin und Labrador liegt; in den Olivin + Anorthit-Legierungen bildete sich Diopsid.

Ref.: Wold. Isküll.

76. A. Ginsberg (in St. Petersburg): **Über einige künstliche Alumosilikate vom Typus $RO . R_2O_3 . 2SiO_2$** (Ebenda **16**, Techn. Abt. 1—22; deutsch. Resumé).

Der künstlich erhaltene Anorthit entspricht vollkommen dem natürlichen Mineral. Seine Erstarrungstemperatur wurde zu 1440^0 bestimmt.

Die Schmelze von der Zusammensetzung des Nephelins erstarrt leicht bei Überhitzung bis 1500^0—1600^0 vollkrystallin. Das zweiaxige Gebilde besitzt mikroklinartige Zwillingsstruktur. Die Erstarrungstemperatur dieser Modifikation ist 1223^0. Beim Erhitzen des zweiaxigen Nephelins auf 1300^0—1400^0 wird ein Glas erhalten, welches bei anhaltender Temperatur von 900^0—1000^0 (eine Woche) in hexagonale Modifikation übergeht. Der Nephelin ist demnach dimorph.

Washington und Wright beschrieben unter dem Namen Anemusit eine ihrer Meinung nach isomorphe Mischung von Plagioklasen und triklinem Nephelin, der von ihnen auch synthetisch als dem obengenannten zweiaxigen Nephelin analoges Produkt erhalten wurde.

Verf. hat die Möglichkeit der isomorphen Mischung geprüft, indem er das System $CaAl_2Si_2O_8$ und $Na_2Al_2Si_2O_8$ untersuchte, und gefunden, daß sich eine isodimorphe Reihe von Mischkrystallen bildet, wobei aus den Legierungen mit 100—90% und 50—0% Nephelin mikroskopisch kleine vollkommen gleichartige zweiaxige Krystalle, dagegen aber im Zwischenraume nur hexagonale Individuen hervorgerufen wurden. Hiermit scheint die Isodimorphie des Nephelins und Anorthits bestätigt.

Außer dem Nephelin $Na_2Al_2Si_2O_8$ hat Verf. ein schwerer krystallisierendes Produkt von der Zusammensetzung $Na_8Al_8Si_9O_{34}$ erhalten, das sich optisch als eine mit dem Nephelin völlig identische Verbindung erweist.

Was den Kaliophilit anbetrifft, so ist es Verf. nicht gelungen, seine Schmelztemperatur zu bestimmen. In Dünnschliffen konnte analog dem Nephelin eine zweiaxige Modifikation beobachtet werden.

Es wurde noch der Eukryptit $LiAlSiO_4[Li_2Al_2Si_2O_8]$ erhalten. Er krystallisiert gut in Form negativer einaxiger einfacher Zwillingskrystalle; seine Erstarrungstemperatur ist 1307°.

Die Alumosilikate vom Typus $RO.Al_2O_3.2SiO_2$ sind somit einander sehr ähnlich; sie geben leicht polymorphe Modifikationen, die in einigen Fällen isomorphe Mischungen bilden können, ab.

Ref.: Wold. Isküll.

77. J. Samojlow (in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau): **Zur Mineralogie der Phosphoritlagerstätten** (Verhandl. d. Komm. d. Mosk. Landwirtschaftl. Inst. z. Untersuch. d. Phosphorite, I. Ser.: Geol. Untersuch. über d. Phosphoritlagerstätten, redig. von Prof. J. Samojlow, 1911, **3**, 671—690).

Von dem Standpunkte ausgehend, daß die Phosphorite tierischen Ursprungs sind, nimmt Verf. die Fragen über organische Substanz, Arsen und Jod der Phosphorite in Betracht.

Was die organische Substanz der Phosphorite betrifft, so bemerkt Verf., daß nicht nur ihre Natur, sondern sogar ihre elementare Zusammensetzung bisher ganz unbekannt geblieben ist.

Die Frage über das Vorkommen des Arsen in Phosphoriten hat Verf. schon früher berührt (diese Zeitschr. **52**, 617). *As* wurde in einer Anzahl russischer Phosphorite nachgewiesen. Seine Verbindung im Phosphorit ist analog dem Apatit — $Ca_5F(AsO_4)_3$ — anzunehmen. Da der mit Phosphorit innig verwachsene Pyrit auch *As* enthält, ist bei Schätzung des *As*-Gehalts der Phosphorite dieser Umstand nicht zu vergessen.

Nach Jod hat Verf. in einer ganzen Reihe von russischen Phosphoriten von verschiedenen Ortschaften (13) und von verschiedenem geologischen Alter gesucht, aber keinmal gefunden. Die *J*-haltigen Phosphorite des Auslandes beziehen sich alle auf einen und denselben Typus der metasomatischen Vorkommen, in denen die chemische Umwandlung der *J*-haltigen Kalksteine unter Wirkung löslicher Phosphate vor sich gegangen ist. Jod kann im Phosphorit auf zweierlei Art chemisch verbunden gedacht werden: 1. entweder ist *J* analog *F* und *Cl* als *J*-Apatit oder denn 2. als *J*-haltige organische Verbindungen vorhanden. Das Jod der Phosphorite hat den *J*-enthaltenden organischen Verbindnngen der Koralle, Spongien gehört und ist beim Übergange des *Ca*-Carbonats in Phosphat bei dem letzteren geblieben.

Weiter bespricht Verf. jurassische unverwitterte Phosphorite, deren Knollen einem Brunnenbohrloche im landwirtschaftlichen Institut zu Petrowsko-Rasumowskoje entnommen worden sind. Die Knollen sind mit winzigen glänzenden Phosphoriten zweiter Generation bedeckt. Unter dem Mikroskope bestehen die Knollen aus graulich-bräunlicher Grundmasse, in der Quarz- (0,05—0,15 mm), Glaukonit-, Schwefelkies-, Calcitkörner und Radiolarien eingebettet liegen.

Die Analyse als Mittel aus 2—3 Bestimmungen ist die folgende:

CaO	39,08
MgO	0,82
Al_2O_3	1,70
Fe_2O_3	1,67
Mn_2O_3	Spur
K_2O	0,92
Na_2O	0,99
P_2O_5	21,51
CO_2	5,47
F	1,82
SiO_2	0,47
FeS_2	2,52
Glühverlust	3,91
Organische Substanz	0,61
Unlöslicher Rückstand	19,43
	100,92
$O=F$	— 0,76
	100,16

Berechnete Zusammensetzung des Phosphorits:

$Ca_3(PO_4)_2$	46,96
CaF_2	3,74
$MgCO_3$	1,71
$CaCO_3$	10,41
FeS_2	2,52

Im Sande der unteren Kreide des Dorfes Nowosselki, Gouv. Rjäsan, hat Verf. Phosphoritpseudomorphosen nach Koniferenholz gefunden. Diese Pseudomorphosen enthalten: P_2O_5 33,28%, CO_2 4,76% und CaO 50,81%; qualitativ wurde SO_3 und F nachgewiesen. Unlöslicher Rückstand fehlt.

Alle Phosphoritknollen werden ihrem äußeren Ansehen nach in zwei Gruppen geteilt: a) Knollen mit dunklerer glänzender oder matter, gewöhnlich sehr dünner Haut, die den größten P-Gehalt besitzt. So wurde im Phosphorit aus Wopilowka, Gouv. Pensa, bestimmt

	Innere Masse:	Äußere Kruste:
P_2O_5	23,89	26,81
Unlösl. Rückstand	18,22	4,5

b) Knollen mit grauer dickerer erdiger Hülle, die als Umwandlungsprodukt der Phosphorite anzunehmen ist. Sie enthält P weniger, als die inneren frischeren Teile solcher Phosphorite. In den Phosphoriten von Nowaja Resepowka (Gouv. Pensa) (1) und der Schlucht Miljuschinsky (Gouv. Kostroma) (2) wurde bestimmt

	in der inneren dunkleren Masse:		in der grauen erdigen Masse:	
	1.	2.	1.	2.
P_2O_5	24,52	28,0	16,65	19,27
Unlösl. Rückstand	14,38	1,76	32,23	13,03

Der Prozeß der Umwandlung wird durch Zersetzungsprodukte des Pyrits hervorgerufen, wobei die Phosphorsäure aufgelöst wird, der Gehalt an unlöslichem Rückstande sich prozentual erhöht und die äußeren Teile der Knollen sich auflockern. Nicht alle Phosphorite der zweiten Gruppe verhalten sich, wie geschildert. Es gibt auch solche Knollen, bei denen dieser Prozeß zur Anreicherung der Verwitterungsschicht an P_2O_5 führt. Dieses geschieht in dem Falle, wenn der Phosphorit leichter lösliche Substanzen (Ca-Carbonat), als das Phosphat, enthält.

Der in Lösung gegangene Phosphor kann sekundäre Phosphate bilden. So wurde Vivianit auf Rissen der Phosphoritknollen neben Gyps und Pyrit (Nowaja

Resepowka) zuweilen in gut ausgebildeten tafeligen Kryställchen (in der Phosphoritschicht des Dorfes Sophjino am Fl. Moskwa) angetroffen.

Phosphorite enthalten recht oft Calcit. Im Vergleich mit der Grundmasse des Phosphorits ist er ein jüngeres Produkt.

Verf. hat Versuche über Radioaktivität der Phosphorite angestellt und auf photographischem Wege an mehreren Proben diese Eigenschaft nicht hervorrufen können. Diese Versuche werden noch elektrometrisch fortgesetzt.

Ref.: Wold. Isküll.

78. **B. Krotow** (in Kasan): **Über Antigoriteinschlüsse in Olivin und Pyroxen uralischer Peridotite** (Sitzungsber. d. Naturf. Ges. b. d. Univ. Kasan 1910—1911, **42**, Beil. Nr. 260, 1—28; deutsch. Resumé).

Verf. bespricht u. a. den Prozeß der Serpentinisierung des Olivins der Peridotite vom Berge Sugomak und der Nischne-Karkadinskscher-Grube im mittleren Ural.

Das stubachitähnliche Gestein besteht aus frischem Olivin, der Antigoriteinschlüsse, etwas Pyroxen, Magnetit und zuweilen Talk enthält. Der Serpentinisierungsprozeß geht im Olivin auf die Weise vor sich, daß die Umwandlung des Olivinkornes stellenweise an seiner Peripherie beginnt; aus diesen Punkten wachsen die Antigoritlamellen strahlen- oder fächerförmig in die Olivinsubstanz hinein. Der so entstehende sekundäre Antigorit kann leicht mit den primären Einschlüssen dieses Minerales verwechselt werden. Die Serpentinisierung des Olivins erfolgte bei veränderten Krystallisationsbedingungen (erhöhter Druck und Wasserdämpfe) durch magmatische Einwirkung der noch feuerflüssigen Masse auf die bereits ausgeschiedenen Olivinkörner. Beim Nachlassen der Wirkung bildeten sich Schnüre faserigen Antigorits, die die primären Antigoriteinschlüsse stellenweise durchdrangen. Der Magmarest erstarrte selbst auch zu einem Aggregat von Antigoritlamellen.

Öfters beobachtete Verf. im Olivingestein Pyroxenitschlieren, in denen die Bildung von Antigoriteinschlüssen (oder Hornblendekrystallen) ebenso erhöhtem Druck und Wasserdämpfen zugemessen wird (Berge: Tjeplaja, Karabasch, Wyssokaja und Nischne-Karkadinsche Grube).

Ref.: Wold. Isküll.

79. **N. W. Sokolow** (in St. Petersburg): **Die Zusammensetzung des Schlammes und der Salzlake des Tinakschen Sees im Gouv. Astrachan** (Journ. russ. phys.-chem. Ges., chem. Teil, 1911, **53**, 436—439).

In dem Seeschlamme fand Verf. mikroskopische Calcitrhomboëder, prismatischen Gyps und schwarze *FeS*-Körner. Nach Prof. Borgmann ist der Schlamm bedeutend radioaktiv.

Ref.: Wold. Isküll.

80. **Derselbe: Über die Zusammensetzung eines kaukasischen radioaktiven Erzes** (Ebenda 439—440).

Verf. erhielt von einem der Klienten des Laboratoriums der Kais. Russischen Technischen Gesellschaft 8 Gramm eines schwarzen Erzes, das im Gebirge beim Orte Satschera, 65—70 Werst von der Kasbek-Sohle entfernt (nach Angaben des Überreichers) gefunden worden ist. Das Erz soll dort eine bedeutende Schicht bilden.

Es gleicht dem Joachimstalschen U-Pecherze. Technisch wurde das spez. Gewicht bei 15° zu 6,4 bestimmt. Radioaktiv.

100 Teile des Erzes enthielten:

U_3O_8	76,1 %
in HNO_3 und Soda unlösl. Rückstand	20,0
S	1,7
As und Co wurden nicht bestimmt.	

Der unlösliche Rückstand enthielt:

SiO_2	5,17
Pb	4,50
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	4,30
MnO	0,16
ZnO	0,17
CaO	4,10
MgO	0,20
	18,60

(Laut Mitteilung des Herrn Akad. Vernadsky ist die Fundortsangabe unsicher. Der Ref.)

Ref.: Wold. Isküll.

81. P. Laschtschenko (in Nowotscherkassk): **Über die Umwandlung des Aragonits in Calcit** (Journ. russ. phys.-chem. Ges., chem. Teil, 1911, **43**, 793 bis 803).

Verf. stellt kalorimetrische Untersuchungen über die Abkühlungswärme des bis auf hohe Temperaturen erwärmten Aragonits, Marmors und Calcits an und fand, daß die Umwandlungstemperatur des Aragonits in Calcit zwischen 465—470° liegt und die Transformationswärme + 2,72 Megakal. beträgt. Die letzte Zahl steht sehr nahe zu der von Favre und Silbermann ermittelten Größe (+ 2,36 Kal.) und ist infolgedessen der von Le Chatelier erhaltenen (— 0,3 Kal.) vorzuziehen.

Ref.: Wold. Isküll.

82. A. Koss (in Warschau): **Untersuchung über den Borislau'schen Ozokerit** (Ebenda 846—855).

Es wurden die Bestandteile des Ozokerits in ihrem natürlichen Zustande isoliert, wozu der Weg des fraktionierten Auflösens bei der Siedetemperatur des Lösungsmittels eingeschlagen wurde.

Ref.: Wold. Isküll.

83. W. Ipatjew und **W. Werchowsky** (in St. Petersburg): **Über die Verdrängung der Metalle aus wässerigen Lösungen ihrer Salze durch Wasserstoff bei hohen Drucken und Temperaturen. II—III** (Ebenda 946—951; 1746—1754).

II. Den Verff. gelang es (s. diese Zeitschr. **51**, 290), bis 1 mm große Kupferkrystalle von verschiedenem Habitus zu erhalten. Die Krystalle stellten entweder dendritische Tafeln oder vielkantige, zuweilen drahtförmige Prismen vor und waren oft den Krystallen des gediegenen Kupfers sehr ähnlich.

III. Aus $CuCl_2$ wurden schön ausgebildete $CuCl$-Krystalle erhalten. Aus verschiedenen Ni-Salzen bildeten sich Ni- und Ni-Oxydul-Krystalle.

Ref.: Wold. Isküll.

84. W. Ipatjew (in St. Peterburg): **Zur Frage über die Naphtabildung** (Journ. russ. phys.-chem. Ges., chem. Teil, 1911, **43**, 1437—1445).

Die Untersuchungen über die Zersetzbarkeit verschiedener organischer Verbindungen und die Polymerisation der einfachsten von ihnen erklären genügend gut sowohl die organischen wie auch die anorganischen Hypothesen der Naphtabildung. Der Grund dafür, daß die organische Hypothese gegenüber der anorganischen bevorzugt wird, liegt in den Resultaten der geologischen Untersuchungen. Der Geologie gehört in dieser Frage das letzte Wort, das die Chemie nicht behaupten kann.

Ref.: Wold. Isküll.

85. M. Ussow (in Tomsk): **Die Fedorow'sche oder universaloptische Untersuchungsmethode der gesteinsbildenden Mineralien, insbesondere der Feldspäte** (Berichte — Iswestija — d. Technolog. Inst. in Tomsk, XXI—XXII, 1911, **16**, 144 S.).

Die Arbeit besteht aus drei Teilen, in denen die allgemeinen Grundlagen der Fedorow'schen Methode eine ausführliche Schilderung des Verfahrens mit dem Universaltische und (im letzten Teil) die optischen Eigenschaften der Feldspäte und ihre Bestimmungsmethoden dargelegt werden. Das Fedorow'sche Zwillingsdiagramm wird verbessert und erweitert und die Bestimmungsmethode der Feldspäte nach Fouqué der Fedorow'schen Methode angepaßt. An einem Plagioklasbeispiele wird der ganze Untersuchungsgang geschildert.

Ref.: Wold. Isküll.

86. W. Vernadsky (in St. Petersburg): **Einige Worte über die mineralogischen und geologischen Arbeiten Lomonossow's. Mit Beilage der Arbeit Lomonossow's »Über die Erdschichten«** (Die Arbeit Lomonossow's auf d. Gebiete d. Naturwiss. u. Geschichte, St. Petersburg 1911, 143—240; Ausgabe d. Akad. d. Wiss.).

Verf. schildert die Tätigkeit Lomonossow's auf dem Gebiete der Mineralogie und Geologie.

Ref.: Wold. Isküll.

87. Derselbe: Über die Entdeckung des Krokoits (Lomonossow's Festschrift, St. Petersburg 1911, 345—354; Ausg. d. Akad. d. Wiss.).

Die Annahme, J. G. Lehmann habe als erster den Krokoit beschrieben, ist nicht richtig, da Lomonossow schon 1742 in seinen »Grundlagen der Metallurgie« (1763 gedruckt) prismatisches und tafeliges Rotbleierz anführt.

Ref.: Wold. Isküll.

88. Derselbe: Versuche einer beschreibenden Mineralogie. Bd. I. Gediegene Elemente (St. Petersburg 1911, Lief. 3, 337—496; Ausg. d. Akad. d. Wiss.).

In dem Buche wird die Gold-Silber-Gruppe fortgesetzt. Ferner werden behandelt: *Bi*-Verbindungen von Gold- und Silber; Gold-Silber-Quecksilber; Kupfer, Blei, Zinn; Sprödmetalle: Zink, Wismut, Tellur, Arsen und Antimon. Die Metalloide beginnen mit dem Schwefel, dessen Beschreibung jedoch nicht abgeschlossen wird.

Ref.: Wold. Isküll.

89. W. W. Coblentz (in Washington): **Die Rolle des Wassers in Mineralien** (Journal Franklin Institute 1911, **172**, 309—355; ebenso früher: Physical Rewiew 1903, **16**, 35; 1905, **20**, 252; 1906, **23**, 125; 1910, **30**, 322; Publications Carnegie Institution 1905, No. 35; 1906, No. 65; 1908, No. 97; Bull. Bureau Standards 1907, **2**, 457; 1907, **4**, 392).

Es hatte sich ergeben, daß die wichtigen Gruppen von Elementen oder Radikale, die in chemischen Verbindungen auftreten, eine bestimmte Wirkung auf die strahlende Energie haben, besonders auf die langsameren oder infraroten Strahlen. Diese Wirkung äußert sich in intensiven Absorptionsbanden, deren Lage charakteristisch ist für die Radikale oder Atomgruppen, die ihre Veranlassung sind.

Das Absorptionsspektrum einer durch Vereinigung zweier Radikale entstandenen Verbindung ist verschieden von dem jedes einzelnen der Komponenten. Wenn bei der Vereinigung der beiden Radikale keine Verbindung entsteht, so ist das Absorptionsspektrum des Gemisches das des einen Radikals, überlagert von dem des anderen.

Starke Absorptionsbanden des Wassers als solchem liegen bei 3 μ und 6 μ, schwache bei 1,5 μ, 2 μ und 4,75 μ. In den Mineralien kann solches Wasser entweder als Krystallwasser oder als gelöstes Wasser oder endlich in fester Lösung enthalten sein. Diese verschiedenen Formen können durch ihr Absorptionsspektrum nicht unterschieden werden. Mineralien, die Wasser in der einen oder anderen dieser Formen enthalten, werden dieselben Absorptionsbanden zeigen wie Wasser, denn das Wassermolekül in Krystallen und das Wasser in fester Lösung stimmt in seinem Verhalten mit Wasser im flüssigen Zustande überein.

Anderseits verursacht die Hydroxylgruppe (OH) eine Absorptionsbande bei 3 μ, daher kann man sie bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasser nicht so von diesem unterscheiden. Außerdem ist der Beweis für die OH-Gruppe nicht so deutlich und bestimmt, wie für Krystallwasser. So haben z. B. die Alkohole eine ausgeprägte Bande bei 3 μ, wogegen diese Bande bei Brucit [$Mg(OH)_2$] meist fehlt.

Die wesentlichen Ergebnisse sind im folgenden dargestellt. Auf Einzelheiten der Versuche und die gebrauchten Apparate kann nicht näher eingegangen werden.

Talk enthält weder Hydroxylgruppe noch Wasser als solches. Es wird daher am besten als ein saures Metasilikat aufgefaßt mit der Formel $H_2Mg_3Si_4O_{12}$. Die folgenden Mineralien enthalten Wasser als solches, sei es als Krystallwasser oder als absorbiertes Wasser oder als Wasser in fester Lösung: Gyps, Opal, Heulandit, Stilbit, Natrolith, Skolezit, Mellith ($Al_2C_{12}O_{12} + 18H_2O$), Kalialaunkrystall, Calciumchlorid ($CaCl_2 + 6H_2O$), Kaliumferrocyanid [$K_4Fe(CN)_6 + 3H_2O$] und augenscheinlich die Zuckerarten.

Die folgenden Mineralien enthalten Wasser als Konstitutionswasser (OH-Gruppen), zeigen jedoch nicht die Absorptionsbanden des flüssigen Wassers: Muskovit, Biotit, Serpentin, Tremolit, Brucit, Diaspor, Bauxit, Gibbsit, Goethit, Manganit, Azurit, Türkis, Lazulith, Datolith, Turmalin, Chloritoid, Klinochlor und Pennin.

Die Absorptionspektra von organischen Radikalen, von Sulfaten, von Kieselsäure usw. wurden ebenfalls untersucht.

Ref.: W. T. Schaller.

90. R. Stewart (in Logan, Utah): **Das Vorkommen von Kalisalpeter in West-Amerika** (Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, **33**, 1952—1954).

Etwa 25 Pfund verunreinigten Kalisalpeters wurden in einer kleinen Höhlung in einer gebirgigen Gegend, 7000 Fuß über dem Meeresspiegel, gefunden. Sickerwässer brachten den Salpeter durch Spalten in dem Sandsteindach der Höhlung.

Ref.: W. T. Schaller.

91. F. H. Getmann (in Bryn Mawr, Pennsylvanien): **Eine Untersuchung über die optischen Eigenschaften einiger ungesättigter Ketone** (Amer. Chem. Journ. 1911, **45**, 539—547, Fig.).

Die Brechungsindices für die D-, C-, F- und G-Linie sind für folgende Ketone angegeben: Mesityloxyd $[(CH_3)_2C:CH.CO.CH_3]$; Benzalaceton $[C_6H_5.CH:CH.CO.CH_3]$; Benzalmethyläthylketon $[C_6H_5.CH:CH.CO.C_2H_5]$; Benzalpinakolin $[C_6H_5.CH:CH.CO.C.(CH_3)_3$.

Ref.: W. T. Schaller.

92. G. W. Plummer (in Philadelphia, Pennsylvanien): **Die Konstitution von Markasit und Pyrit** (Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, **33**, 1487—1492).

Durch Schmelzen mit Wismuthchlorid wurden Markasit und Pyrit zersetzt. Das Eisen wurde mit Permanganat titriert, wobei sich ergab, daß in beiden Mineralien sämtliches Eisen in der Ferroform vorliegt.

Ref.: W. T. Schaller.

93. W. B. Hicks (früher in Philadelphia, jetzt in Washington): **Die Anwendung von Schwefelmonochlorid bei der Bestimmung und Analyse der Mineralien der seltenen Erden** (Ebenda 1492—1496).

Eine Analyse von Äschynit von Hitteroe, Norwegen, der mit Schwefelmonochlorid aufgeschlossen wurde, ergab: Cb_2O_5, Ta_2O_5, TiO_2 53,55; ThO_2, Ce_2O_3, La_2O_3, Y_2O_3 usw. 41,30; WO_3 0,17; SnO_2 0,04; FeO 0,82; CaO 0,55; PbO 0,91; Gangart 0,22; Glühverlust 2,25; zusammen 99,81.

Fergusonit, Euxenit und Samarskit werden von Schwefelmonochlorid vollständig zersetzt, wobei die verunreinigenden Silikate nicht angegriffen wurden. Cb, Ta, Ti und W wurden vollständig von Kieselsäure und den seltenen Erden getrennt.

Ref.: W. T. Schaller.

94. W. T. Schaller (in Washington): **Der Brechungsindex von Zimmtöl** (Bull. **490**, United States Geological Survey, 1911, 60—64).

Zimmtöl hält sich an der Luft nicht, da sich der in ihm enthaltene Zimmtaldehyd zu Zimmtsäure oxydiert. 5 Minuten lang der Luft ausgesetzt, vergrößert sich der Brechungsindex um 0,004. Die Änderung des Brechungsindex mit der Temperatur beträgt 0,0004 für 1^0. Das Öl ist für genaues Arbeiten nicht geeignet.

Ref.: W. T. Schaller.

95. G. P. Baxter, L. L. Burgess und **H. W. Daudt** (in Cambridge): **Der Brechungsindex von Wasser** (Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, **33**, 893—901).

Brechungsindex von Wasser bezogen auf Luft derselben Temperatur für

Natriumlicht: 20° 1,33299; 25° 1,33248; 30° 1,33190. Bezogen auf den luftleeren Raum: 20° 1,33335; 25° 1,33284; 30° 1,33225.

Ref.: W. T. Schaller.

96. H. C. Cooper und **T. S. Fuller** (in Syracuse, New York): **Künstliche Krystallisation von Baryumsulfat** (Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, 33, 845).

Durch Schmelzen von Baryumsulfat mit $BaCl_2$ oder Na_2SO_4 wurden 5 mm lange und 1 mm dicke Krystalle von Baryt erhalten. Die Krystalle wurden von A. A. Klein optisch untersucht und gaben ähnliche Werte wie Baryt.

Ref.: W. T. Schaller.

97. H. W. Foote und **W. M. Bradley** (in New Haven): **Über feste Lösung in Mineralien mit besonderer Berücksichtigung von Nephelin** (Amer. Journ. Sci., 1911, 31, 25—32).

Eine reine Probe von Nephelin von Eikaholmen, Norwegen, wurde analysiert (von Bradley). Die Durchschnittswerte einiger Analysen und die hieraus berechneten Molekularverhältnisse sind im folgenden gegeben:

	Analyse:	Verhältniszahlen:	
SiO_2	44,46	0,736	= 2,23
Al_2O_3	33,11	0,324	= 1,00
Fe_2O_3	0,96	0,006	
K_2O	5,61	0,060	= 0,98
Na_2O	16,32	0,263	
H_2O	0,38		
	100,84		

Die das molekulare Verhältnis angebenden Zahlen zeigen einen Überschuß von SiO_2. In Übereinstimmung damit zeigen alle in Dana's Mineralogy (S. 425) angegebenen Analysen von Nephelin einen Überschuß von Kieselsäure über die Formel $2SiO_2 . Al_2O_3 . (Na, K)_2O$.

Eine ausgezeichnete Reihe von Nephelinanalysen bilden die von Morozewicz ausgeführten Analysen (diese Zeitschr. 48, 520); eine Berechnung der molekularen Verhältnisse aus diesen Analysen gibt folgende Werte.

Fundort:	SiO_2:	Al_2O_3 usw.:	Na_2O usw.:
Mariupol	2,21	1,00	0,99
»	2,21	1,00	0,99
»	2,21	1,00	1,00
Miass	2,12	1,00	1,00
Vesuv	2,11	1,00	1,02
»	2,15	1,00	1,03

Die Analysen von Morozewicz und Bradley können als die besten Nephelinanalysen angesehen werden. Die erhaltenen Zahlen für die molekularen Verhältnisse können dadurch erklärt werden, daß man annimmt, daß das Mineral Nephelin eine feste Lösung von im wesentlichen $NaAlSiO_4$ und Kieselsäure ist. Es ist jedoch nichts über die Form, in der die gelöste Kieselsäure vorliegt, bekannt. Sie liegt jedenfalls nicht als Quarz oder Albit vor, da sie ja in HCl löslich ist. Der Überschuß von Kieselsäure, der von Nephelin zur Bildung einer gesättigten Lösung aufgenommen werden kann, kann augenscheinlich aus den

oben angegebenen Werten bestimmt werden. Wo Albit (oder seine Vertreter) innig mit Nephelin vermischt ist, muß der Nephelin gesättigt sein an Kieselsäure, deren Überschuß den Albit bildet. In solchen Fällen war die Verhältniszahl für SiO_2 2,23, 2,21 2,21 und 2,21, wobei dieser Wert das Sättigungsverhältnis darstellt.

Die Verff. vergleichen ihre Erklärung der Zusammensetzung von Nephelin, als einer festen Lösung der Verbindung $NaAlSiO_4$ mit Kieselsäure, mit dem wohlbekannten Beispiel für feste Lösungen: Ammoniumchlorid und Eisenchlorid. Gemäß den letzten Untersuchungen mag es nicht unwahrscheinlich sein, daß die Mischung dieser beiden Chloride keine feste Lösung, sondern eine isomorphe Mischung darstellt (vgl. diese Zeitschr. **51**, 454, und Zeitschr. f. phys. Chemie 1891, **8**, 5).

Ref.: W. T. Schaller.

98. R. P. D. Graham (in Montreal): **Gediegenes Gold von Gold Harbour, Queen Charlotte Islands** (Amer. Journ. Sci. 1911, **31**, 45—47).

Eine Gruppe kleiner Goldkrystalle wies einen größeren Krystall auf von der Größe 4 mm zu 3 mm. Die Krystalle, die auf farblosen Quarzkrystallen sitzen, sind glänzend und besitzen scharfe Kanten. Sie bilden fast quadratische vierflächige Pyramiden, stark gestreift, mit stufenähnlichem Aufbau. Die Krystalle mit ihren einspringenden Winkeln täuschen durchkreuzte hemiëdrische Formen vor, sie sind jedoch zweifellos holoëdrisch, wobei die einspringenden Winkel und die Streifung durch die oszillatorische Wiederholung der Flächen zu erklären sind. Die einzige auftretende Form ist $\{421\}$, obwohl an einigen der kleineren Krystalle kleine Flächen von $\{110\}$ und $\{100\}$ beobachtet wurden.

Ref.: W. T. Schaller.

99. G. F. Kunz (in New York): **Morganit, ein rosenfarbener Beryll** (Ebenda 81—82).

Der rosenfarbene Beryll von Maharitra, Madagaskar, und Pala, Kalifornien, hat schöne Edelsteine ergeben, die nach John Pierpont Morgan Morganit genannt werden. Röntgenstrahlen unter einer Röhre mit mäßig hohem Vakuum und einem Stromverbrauch von etwa 12—15 Amp. ausgesetzt, nahmen die Morganite eine prächtige kirschrote Färbung an. Mit wachsender Stromstärke nahm der Glanz der Steine zu. Mit *Hg*-Licht betrahlt, nahmen die Steine eine blaßlila Farbe an.

Ref.: W. T. Schaller.

100. H. Z. Kip (in Nashville, Tenn.): **Härtebestimmung an Mineralien, II** (Ebenda, 96—98).

Mit einem verbesserten Sklerometer und unter Benutzung von der Formel $H = \sqrt{x^2 + y^2}$ wurden folgende Werte erhalten:

	Härte:
Kalkspat	1887
Flußspat	3505
Apatit	5035
Orthoklas	13627
Quarz	22237
Topas	20255
Korund	24289

Der Verf. bestätigt somit das von Rosival 1892 erhaltene Ergebnis, daß Quarz härter als Topas ist, daß aber der Unterschied nur gering ist.

Ref.: W. T. Schaller.

101. William M. Thornton (in Charlottesville, Virginia): **Ein Feldspataggregatvorkommen in Nelson County, Virginia** (Amer. Journ. Sci. 1911, **31**, 218—220).

Nahe bei Rose's Mill in Nelson Co. durchschneidet eine Nelsonitader einen Pegmatitgang, der aus Feldspat und blauem Quarz besteht und an einzelnen Stellen viel Hornblende führt. Die Analyse des Feldspat ergibt folgende Zusammensetzung: Orthoklas 18,96 %, Plagioklas ($Ab_{10}An_7$) 81,04 %. Dichte = 2,68.

Ref.: W. T. Schaller.

102. F. L. Hess und **R. C. Wells** (in Washington): **Über ein Vorkommen von Strüverit** (Ebenda, 432—442).

Das Mineral wurde reichlich gefunden als primärer Bestandteil des Granitpegmatitganges, der die Etta Mine, $1\frac{1}{2}$ Meile südlich von Keystone in den Black Hills von South Dakota, bildet. Das Mineral imprägniert den Gang in einer Dicke von mehreren Fuß und kommt vollständig in Mikroklin, Beryll und Muskovit eingebettet vor. Die größten gesammelten Krystalle messen 5×2 mm. Die schwarzen, undurchsichtigen, metallglänzenden Krystalle haben einen schwarzen Strich mit einer leicht grünlichen Färbung. $H = 6 — 6,5$; spez. Gew. = 5,25. Die kleinen Krystalle ähneln sehr verzwillingten und verdrehten Krystallen von Rutil, Mossit, Tapiolith usw. Quadratisch, verzwillingt nach $e(101)$ und in die Länge gestreckt nach der Schnittkante von (111) mit $(1\bar{1}1)$. Formen: $a\{100\}$, $e\{101\}$, $s\{111\}$.

	Gemessen:	Berechnet für Rutil:
$e:s$	27° 51′—28° 59′	28° 26′
$e:a$	56 30 —57 20	57 13
$s:s'$	55 57 —56 50	56 52
$a:a$	66 10 —66 30	65 34
$a:e$	10 30	8 21

Die Analysenmethode ist im einzelnen beschrieben. *Ti* wurde von *Cb* und *Ta* durch fraktionierte Destillation der Chloride getrennt. Eine große Anzahl Bestimmungen wurde ausgeführt nach verschiedenen Methoden. Die Mittelwerte sind in folgender Zusammenstellung angegeben.

	Analyse:	Zurückgeführt auf reinen Strüverit:	Verhältniszahlen:	
H_2O	0,4			
SiO_2	2,0			
TiO_2	47,8	49,1	0,613	0,622
SnO_2	1,3	1,3	0,009	
FeO	7,3	7,5	0,104	0,104
Ta_2O_5	34,8	35,7	0,081	0,105
Cb_2O_5	6,2	6,4	0,024	
	99,8	100,0		

Die Formel ist annähernd $FeO.(Ta, Cb)_2O_5.6TiO_2$. Das Vorherrschen von *Ta* über *Cb* macht das Mineral für die von Prior und Zambonini gegebene Definition von Strüverit geeigneter als das Mineral von Craveggia, Piemont.

Ref.: W. T. Schaller.

103. G. F. Kunz (in New York): **Ein bemerkenswerter Beryllkrystall** (Amer. Journ. Sci. 1911, 31, 463).

Der größte je gefundene Krystall von edlem Beryll (Aquamarin) wurde im März 1910 in einem Pegmatitgang bei Marambaya, Minas Geraes, Brasilien, gefunden. Einfaches hexagonales Prisma mit Basis. Der Krystall wog 110,5 kg, besaß eine Länge von 48,5 cm und war 40—42 cm dick. Er war so durchsichtig, daß man durch den ganzen Krystall hindurchsehen konnte. Er war grünlichblau und frei von eingeschlossenen Unreinigkeiten, besaß jedoch einige Sprünge. Nach einer Schätzung würde dieser Krystall 200 000 Karat geschliffener Steine ergeben.

Ref.: W. T. Schaller.

104. A. H. Phillips (in Princeton, New Jersey): **Bericht über einen neuen Fund von Zinkitkrystallen** (Ebenda 464—465).

Ein kleiner Gang in der Franklin Furnace Mine ergab Zinkitkrystalle zusammen mit Krystallen von Leukophönizit, Pyrochroit, Gageit, Calcit und einem sehr feinfaserigen Asbest. Der längste Zinkitkrystall mißt 3,5 cm längs seiner Pyramidenkante. Die gewöhnliche Form ist $\{40\bar{4}5\}$; ein kleiner Krystall wies $\{50\bar{5}4\}$ auf.

$$\left.\begin{array}{ll}(40\bar{4}5):(04\bar{4}5) = 48^0\,32' \text{ bis } 49^0\,28' \\ (50\bar{5}4):(05\bar{5}4) \quad 55\;\;10\end{array}\right\}\text{ gemessene Werte.}$$

An einem Krystall tritt als neue Fläche die obere Basis *{0001} auf.

Ref.: W. T. Schaller.

105. T. C. Branner (in Palo Alto): **Die Begleitmineralien des Diamants und Carbonados des Staates Bahia, Brasilien** (Ebenda 480—490).

Die Begleitmineralien des Diamants von Bahia sind zusammengestellt. Auf Grund dieser Liste kommt der Verf. zum Schluß, daß der brasilianische Diamant augenscheinlich nicht eruptiven Ursprungs ist. Der Verf. glaubt, daß der Diamant seinen Ursprung in den Quarziten hat, wo er gelegentlich gefunden wird, und daß die begleitenden Mineralien ebenfalls in den metamorphen Gesteinen unter denselben Bedingungen wie der Diamant entstanden sind. Die charakteristischen Mineralien, mit denen Diamant und Carbonado in Bahia vergesellschaftet sind, sind: Beryll, Brookit, Kassiterit, Columbit, Korund, Cyanit, Diaspor, Monazit, Oktaëdrit, Staurolith, Tantalit, Titanit, Zirkon, Xenotim.

Ref.: W. T. Schaller.

106. F. R. van Horn und **C. W. Cook** (in Cleveland, Ohio): **Ein neues Vorkommen von Pearceït** (Ebenda 518—524).

Pearceït wurde in der Veta Rica Mine, Sierra Mojada, Coahuila, Mexiko, gefunden. Begleitmineralien sind: Silber, Silberglanz, Proustit, Erythrit und Baryt. Die Krystalle kommen in Aggregaten von Zwillingen mit Streifungen (dreieckige auf der Basis) und Vizinalflächen vor. Die neue Zwillingsebene ist parallel einer

Seite der dreieckigen Figuren auf der Basis und wird parallel {702} angenommen.

(001) : (702) = 72° 39′ (gemessen); 72° 53′ (berechnet).

Analyse (von N. A. Dubois):

		Verhältniszahlen:	
S	17,46	0,5444	10,80 oder 11
As	7,56	0,1008	2,00 oder 2
Sb	0,00		
Ag	59,22	0,2744	7,886 oder 8
Cu	15,65	0,1231	
	99,89		

Die hieraus abgeleitete Formel ist: $(Ag_2, Cu_2)_8As_2S_{11}$.

Die Analyse stimmt sehr gut mit den aus dieser Formel berechneten Werten überein, während ein großer Unterschied von der gewöhnlich gebrauchten Formel $(Ag_2, Cu_2)_9As_2S_{12}$ festzustellen ist.

Das Mineral stimmt mit dem von Montana in seinen physikalischen Eigenschaften überein. Dichte 6,067.

Ref.: W. T. Schaller.

107. F. R. van Horn (in Cleveland, Ohio): **Eine Besprechung der Formeln von Pearceït und Polybasit** (Amer. Journ. Sci. 1911, 32, 40—44).

Ein Überblick über alle Analysen von Pearceït und Polybasit zeigt endgültig, daß die richtige Formel für Pearceït $(Ag_2, Cu_2)_8(As, Sb)_2S_{11}$ und für Polybasit $(Ag_2, Cu_2)_8(Sb, As)_2S_{11}$ ist, statt der gewöhnlich angegebenen:

Pearceït:

Fundort:	*S*	*(As, Sb)*	(Ag_2, Cu_2, Fe, Zn)
H. Rose, Schemnitz, 1883	12,330	2	8,690
Domeyko, Arqueros, Chile, 1879	10,570	2	7,728
Penfield u. Pierce, Aspen, Colorado, 1892	11,786	2	8,830
» » » » » 1892	12,766	2	9,852
Penfield, Marysville, Montana, 1896 . .	11,188	2	8,446
van Horn u. Cook, Sierra Mojada, Mexiko, 1911	10,800	2	7,886

Polybasit:

Fundort:	*S*	*(Sb, As)*	(Ag_2, Cu_2, Fe)
H. Rose, Guarisamez, Mexiko, 1829 . .	11,524	2	8,176
» » Freiberg, Sachsen, 1833 . .	11,938	2	8,470
Rammelsberg, Cornwall, 1853	10,898	2	8,062
Taylor, Tres Puntes, Chile, 1859 . . .	10,482	2	7,526
Tonner, Přibram, Böhmen, 1860 . . .	10,110	2	7,202
Domeyko, Tres Puntes, Chile, 1879 . .	11,224	2	8,498
» » » » 1879 . .	12,070	2	8,970
Genth, Terrible Load, Colorado, 1886 .	10,960	2	7,726
Prior, Guanajuato, Mexiko, 1890 . . .	10,096	2	7,398
Bodländer, Peru (?), 1895	10,800	2	7,676

Ref.: W. T. Schaller.

108. A. F. Rogers (in Palo Alto): **Eglestonit von San Mateo County, Californien** (Amer. Journ. Sci. 1911, **32**, 40—50).

Eglestonitkrystalle wurde in einer Quecksilbergrube in San Mateo County, etwa 5 Meilen westlich von Palo Alto, gefunden. Begleitmineralien sind: Quecksilber, Zinnober, Kalomel, Dolomit, Magnesit, Opal, Quarz und Serpentin. Die Krystalle sind sehr klein, bis $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser. Formen: $a\{100\}$, $d\{110\}$, $o\{111\}$ und $n\{211\}$. Vier ausgeprägte Krystalltrachten wurden beobachtet: 1. kubisch mit $a\ d\ n$ (klein); 2. oktaëdrisch mit $o\ a\ d$ (klein); 3. dodekaëdrisch mit dn (klein); 4. wie die von Schaller beschriebenen (diese Zeitschr. **47**, 558).

	Gefunden:	Berechnet:
$(110):(101) =$	59° 50′	60° 00′
$(211):(110)$	30 01	30 00
$(112):(101)$	30 12	30 00
$(100):(010)$	90 05	90 00
$(001):(211)$	65 32	65 54
$(211):(21\bar{1})$	48 11	48 11$\frac{1}{2}$
$(100):(110)$	45 13	45 00

Analyse (von 25 mg): *Hg* 88,00 % (berechnet 90,21); *Cl* 7,43 % (berechnet 7,99). Das Verhältnis von *Hg* : *Cl* auf Grund der Analyse ist 2,10 : 1,00, das Mineral stimmt deshalb mit Eglestonit (Hg_4Cl_2O) überein.

Ref.: W. T. Schaller.

109. O. Bowles (in Mineapolis, Minn.): **Krystallform von Pyromorphit** (Ebenda 114—116).

Krystalle von Ems, Nassau, zeigten: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$ mit deutlichen Flächen des Prismas III. Stellung $h\{21\bar{3}0\}$. Krystalle von Broken Hill Mines von New South Wales zeigten: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$ und die Bipyramide III. Stellung $u\{21\bar{3}1\}$. Das Auftreten dieser Formen III. Stellung bestätigt aus morphologischen Gründen die von Baumhauer 1876 vorgenommene Stellung des Pyromorphits in die hexagonal-bipyramidale Klasse. Die Messungsergebnisse für die neuen Formen sind:

	Gemessen:		Berechnet:	
	φ	ϱ	φ	ϱ
$h\{21\bar{3}0\}$	19° 11′	89° 55′	19° 06′	90° 00′
$u\{21\bar{3}1\}$	18 58	66 02	19 06	66 02

Ref.: W. T. Schaller.

110. C. H. Smith (in Princeton, New Jersey): **Ein neuer Fundort von Magnetkieskrystallen und ihrer Pseudomorphosen** (Ebenda 156—160).

Magnetkieskrystalle wurden in Höhlungen eines Kalksandsteines nahe bei Lairdsville in Central New York gefunden. Zusammen damit traten auf: Quarz, Calcit, Dolomit, Cölestin, Strontianit und ein Chloritmineral. Limonitpseudomorphosen sind häufig; auch wurden Pyritpseudomorphosen beobachtet.

Ref.: W. T. Schaller.

111. Orville A. Derby (in Rio de Janeiro): **Ein bemerkenswerter brasilianischer Diamant** (Ebenda 191—194).

Der Fundort liegt in dem Bagagem Flußdistrikt in dem Quellgebiet des Paraná, Minas Geraes. Die Maße des Krystalles betragen 38×23×22 mm. Gewicht 35,8754 g.

Ref.: W. T. Schaller.

112. Thomas L. Watson (in Charlottesville, Va.) und **Joel H. Watkins** (in Washington, D. C.): **Verwachsung von Rutil und Cyanit von einem neuen Fundort** (Amer. Journ. Sci. 1911, **32**, 195—201).

Rutil und Cyanit wurden intensiv verwachsen in einem metamorphen, krystallinen Schiefer aus der äußersten Nordwestecke von Charlotte County, Va., gefunden. Stellenweise war der Cyanit in Muskovit umgewandelt.

Ref.: W. T. Schaller.

113. W. E. Ford (in New Haven): **Mineralogische Notizen aus dem mineralogischen Laboratorium der Sheffield Scientific School** (Ebenda 287—290).

I. Einige Analysen von Stibiotantalit. Die Analysen von Stibiotantalit von Californien (diese Zeitschr. 1906, **42**, 346) wurden nach der Trennungsmethode für *Cb* und *Ta* von Foote und Langley berichtigt. Die neuen Werte sind:

Ta_2O_5	13,00	33,86
Cb_2O_5	37,30	21,47
Sb_2O_3	49,28	44,26
Bi_2O_3	0,53	0,33
	100,11	99,92
Spez. Gewicht	5,98	6,72

II. Über einen Rhodonit(Fowlerit)krystall von Franklin, New Jersey (zusammen mit R. D. Crawford). Die auftretenden Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $M\{1\bar{1}0\}$, $\mu\{401\}$, $\varrho\{\bar{2}01\}$, $q\{221\}$, $\mathfrak{M}\{\bar{1}11\}$, $k\{\bar{2}21\}$, $i\{\bar{4}41\}$, $r\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $l\{\bar{4}\bar{4}3\}$, $n\{\bar{2}\bar{2}1\}$, $\varkappa\{2\bar{2}1\}$, $v\{0\bar{4}1\}$ (ist neu).

$$c(001):v(0\bar{4}1) = 77^0 35' \text{ (gem.)}: 77^0 05\tfrac{1}{2}' \text{ (ber.)}.$$

Außerdem wurde die Fläche bestimmt durch ihre Lage in den beiden Zonen: $b(0\bar{1}0)$, $c(001)$, $b(010)$ und $M(1\bar{1}0)$, $n(\bar{2}\bar{2}1)$, $M(\bar{1}10)$. Die zweifelhafte Fläche $\varkappa$ wurde endgültig bestimmt:

	Gemessen:	Berechnet:
$c(001):\varkappa(2\bar{2}1)$ =	$57^0 50'$	$57^0 00'$
$a(100):\varkappa(2\bar{2}1)$	40 50	41 12

$\varkappa(2\bar{2}1)$ liegt außerdem in den Zonen: $a(100)$, $n(\bar{2}\bar{2}1)$, $a(\bar{1}00)$ und $M(1\bar{1}0)$, $c(001)$, $M(\bar{1}10)$.

III. Über einen Brookitkrystall von Companhia, Leuçoes, Bahia, Brasilien (zusammen mit Freemann Ward). Der dünntafelige Krystall maß 0,8×0,5 cm und zeigte die Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $N\{710\}$, $k\{410\}$, $l\{210\}$, $m\{110\}$, $y\{104\}$, $d\{043\}$, $t\{021\}$, $z\{112\}$, $e\{122\}$.

Ref.: W. T. Schaller.

114. H. E. Mervin (in Washington): **Eine Methode zur Dichtebestimmung von Mineralien mit Rohrbach'scher Lösung von bestimmtem Brechungsindex** (Ebenda 425—428).

Die Dichte von festen Körpern läßt sich finden, wenn man den Brechungsindex der schweren Lösung, in der sie schweben, bestimmt. Die folgenden Werte wurden mit Rohrbach'scher Lösung erhalten:

Dichte bei 20⁰:	Brechungsindex:	Dichte bei 20⁰:	Brechungsindex:
3,449	1,7686	2,748	1,6391
3,396	1,7590	2,649	1,6207
3,246	1,7312	2,648	1,6205
3,180	1,7195	2,367	1,5685
3,046	1,6944	2,163	1,5320
2,980	1,6823	2,067	1,5148

Für Dichten zwischen 2,25 und 3,40 (bei 20^0) gilt die empirische Formel:

$$d = 5{,}39\,(n - 1{,}5467) + 2{,}25.$$

Ref.: W. T. Schaller.

115. H. E. Mervin (in Washington): **Quarz und Flußspat als Eichmaß für Dichte und Brechungsindex** (Amer. Journ. Sci. 1911, **32**, 429—432.)

Die beiden Mineralien Quarz und Flußspat scheinen die einzigen Mineralien weiterer Verbreitung zu sein, die in klaren, farblosen Stücken eine bis auf $\pm$ 0,001 konstante Dichte und einen bis auf $\pm$ 0,0001 konstanten Brechungsindex haben, ohne daß die verschiedenen Fundorte Abweichungen bedingten. Die Mineralien können daher als Normen gebraucht werden. Die Dichte des Quarzes bei 20^0 ist 2,6495; sein Brechungsindex ω für *Na*-Licht ist bei 20^0 1,54425. Die entsprechenden Werte für Flußspat sind 3,180 und 1,43385.

Ref.: W. T. Schaller.

116. F. M. Jaeger (in Groningen): **Schmelzpunkte von Natrium- und Lithiumsilikat** (Journ. Washington Acad. Sci. 1911, **1**, 49—52).

Lithiummetasilikat, Li_2SiO_3

(Analyse:

		Berechnet:
SiO_2	66,60	66,63
Li_2O	32,80	33,37
Fe_2O_3	0,016	—
FeO	0,00	—
CaO	0,034	—
K_2O	0,00	—
Na_2O	0,51	—),

krystallisiert in glänzenden Nadeln mit vollkommener Spaltbarkeit. Zweiaxig, gerade Auslöschung, sehr starke Doppelbrechung. Die Längserstreckung der Nadeln entspricht dem größeren Brechungsindex. Axenebene parallel der Spaltbarkeit, $2E$ ziemlich groß. $\gamma = 1{,}609$; $\alpha = 1{,}589$; $\gamma - \alpha = 0{,}020$. Spez. Gewicht bei $24{,}9^0 = 2{,}5203$. Schmelzpunkt $= 1201{,}8^0$ C. (Mittelwert aus $1201{,}9^0$, $1201{,}8^0$, $1201{,}8^0$). Der Schmelzpunkt ist scharf bestimmt und leicht wiederherstellbar, während der Erstarrungspunkt vollkommen vom Grade der Abkühlung abhängt. Unterkühlung kann bis zu mehr als 100^0 stattfinden.

Natriummetasilikat, Na_2SiO_3 (SiO_2 49,3; Na_2O 50,6), schmilzt bei 1088^0 (Mittelwert von 1086^0, 1088^0, 1088^0). Bestimmungen des Erstarrungspunktes

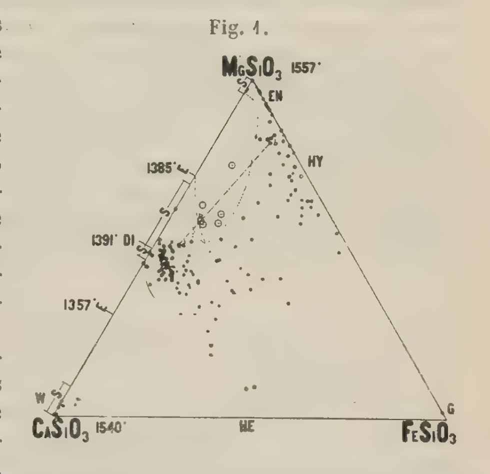
ergaben abweichende Werte: 1046°, 1017°, 1050°. Brechungsindices: $\gamma = 1,527$; $\alpha = 1,518$; $\gamma - \alpha = 0,01$.

Ref.: W. T. Schaller.

117. R. B. Sosmann (in Washington): **Mineralien und Gesteine der Zusammensetzung $MgSiO_3$—$CaSiO_3$—$FeSiO_3$** (Journ. Washington Acad. Sci. 1911, 1, 54—58.

Eine statistische Untersuchung gewisser Gesteine und Mineralien, die aus Mischungen der Metasilikate von *Mg*, *Ca* und *Fe* bestehen, sind graphisch dargestellt als »3-Komponentensystem«: $MgSiO_3$—$CaSiC_3$—$FeSiO_3$. Es wird angenommen, daß sie bei gewöhnlichem Druck mindestens bis zu 1600° ein wahres »3-Komponentensystem« bilden. Die schwarzen Punkte der Fig. 1 stellen Mineralien dar, die eine normale Metasilikatzusammensetzung aufweisen, die Dreiecke solche mit einem Überschuß von Kieselsäure (2—4 Molekularprozente), die Vierecke endlich solche, die ein geringes Fehlen von SiO_2 aufweisen. Die durchkreuzten Kreise entsprechen Gesteinen, die alle aus 2 Mineralien zusammengesetzt sind.

Fig. 1.



Die Gesteins- und Mineralanalysen fallen in 2 getrennte Teile des Dreiecks und können durch eine Linie getrennt werden, welche wahrscheinlich die Grenze wiedergibt zwischen Magmen, die homogene feste Lösungen bilden werden, und solchen, die sich in 2 verschiedene feste Lösungen, zwischen denen ein Eutektikum besteht, scheiden werden. Die Gesteinsanalysen liegen in dem »eutektischen Feld«, die Mineralanalysen außerhalb.

Die beiden Mineraltypen, die solche Gesteine bilden, sind die 2 festen Lösungen auf entgegengesetzten Seiten des eutektischen Feldes. So sind auf der *Mg*-Seite: Enstatit, Bronzit, Hypersthen; auf der *Ca*-Seite liegen Diopsid und Diallag. Die Zusammensetzung jedes der beiden Mineralien, Bronzit (*b*) und Diopsid (*d*), die ein Gestein (*p*) bilden, ist bekannt, und *b* und *d* müßten die Endpunkte einer Geraden sein, die durch *p* hindurchgeht (s. Fig. 1).

Das Diagramm zeigt, wie gut Mineralien und Gesteine klassifiziert werden können auf einer physikalisch-chemischen Grundlage und wirft vermehrtes Licht auf die Beziehungen zwischen den Silikaten vom Standpunkt des Chemikers, Mineralogen und Petrographen.

Ref.: W. T. Schaller.

118. H. E. Mervin (in Washington): **Stabilitätsbereiche, Dichten, chemische Zusammensetzung, optische und krystallographische Eigenschaften der Alkalifeldspäte** (Ebenda 59—60).

Änderungen der Doppelbrechung in Schnitten von Alkalifeldspäten, die während und nach des Erhitzens im Erhitzungsmikroskop beobachtet wurden, zeigen, daß Albit und Orthoklas in 2 Formen existieren. In beiden Fällen liegt der

Umwandlungspunkt der bei tiefen Temperaturen beständigen β-Verbindung in die bei hohen Temperaturen beständige α-Verbindung bei etwa 900°. Sanidin besitzt die optischen Eigenschaften des α-Orthoklas, Adular die der β-Form. Mikroklin scheint bis zu seinem Schmelzpunkte beständig zu sein. Anorthoklas verhält sich beim Erhitzen wie Mikroklin, ausgenommen eine kleine Änderung der Doppelbrechung bei 900°, die in mit Albit durchwachsenen Schliffen beobachtet wurde. Die Umwandlung bei Orthoklas und Albit geht selbst bei 1100° recht langsam vor sich. Die optischen Axenwinkel von an Albit reichen Sanidinen sind größer als die von reinem Orthoklas. Ein Albitgehalt erhöht die Dichte des Orthoklas, jedoch nicht so sehr, als man erwarten sollte, wenn keine Volumänderung beim Mischen einträte; der Brechungsindex ist jedoch allgemein höher, als unter diesen Bedingungen erwartet werden sollte. Mit steigendem Gehalt an Albit nimmt die Länge der krystallographischen Axe a ab. Der Winkel in der Prismenzone und die in der Zone der Basis und des Orthopinakoides werden am meisten von dieser Änderung betroffen. Krystalle ein und desselben Handstückes zeigen oft beträchtliche Unterschiede der Werte dieser Winkel, während andere Winkel praktisch konstant bleiben. Eine solche Veränderlichkeit zeigt, daß die verschiedenen Winkel nicht gleich empfindlich für Schwankungen in der Menge des dem Orthoklas beigemengten Albit sind. Die krystallographische Axe c scheint leichter in Adular als in Sanidin kürzer zu sein.

Ref.: W. T. Schaller.

119. F. E. Wright (in Washington): **Ein Mikrometerokular mit Koordinatenteilung** (Journ. Washington Acad. Sci. 1911, 1, 60—61).

Der Verf. beschreibt ein positives Ramsden-Okular, in dessen Brennebene sich eine feine 0,1 mm Koordinatenteilung befindet. Das Okular kann für geometrische Analysen von Gesteinsdünnschliffen und für Axenwinkelmessungen wie ein gewöhnliches Mikrometerokular benutzt werden.

Ref.: W. T. Schaller.

120. W. T. Schaller (in Washington): **Die Beziehungen zwischen Purpurit und Heterosit** (Ebenda, 113).

Der Verf. schlägt vor, den Namen Heterosit auf das Eisenphosphat $Fe_2O_3 . P_2O_5 . H_2O$, den Namen Purpurit auf das Manganphosphat $Mn_2O_3 . P_2O_5 . H_2O$ zu beschränken. Die Namen Ferripurpurit und Manganipurpurit sind durch Heterosit und Purpurit zu ersetzen. Heterosit herrscht vor in den Mineralien aus Frankreich und Süd Dakota, Purpurit in denen von Nordcarolina.

Ref.: W. T. Schaller.

121. Derselbe: Cuprodescloizit von Californien (Ebenda 149—150).

Krystallisierter Cuprodescloizit mit 21 % V_2O_5 wird gefunden in Camp Signal, San Bernardino County, Cal. Begleitet wird er von Cerussit und Vanadinit. Die mikroskopischen Krystalle sind farblose oder blaßgelbe, quadratische oder rechteckige Blättchen. Parallele Auslöschung, großer Axenwinkel. Dickere Krystalle sind sehr schwach pleochroitisch mit gelblichen Farbentönen. Nicht sehr hohe Doppelbrechung. Selten wurde eine scharfe Endigung, unter 52° gegen die Lage der Axenebene geneigt, beobachtet. Nach $a\{100\}$ tafelförmige Krystalle zeigen $c\{001\}$, $u\{011\}$ (beide groß) und $b\{010\}$ (klein).

122. W. T. Schaller (in Washington): **Chemische Zusammensetzung der französischen Phosphoritmineralien** (Journ. Washington Acad. Sci. 1911, 1, 151).

Eine Untersuchung der veröffentlichten Analysen hat gezeigt, daß die wahrscheinlichen Formeln dieser Mineralien sind: Dahllit $9 CaO . 3 P_2O_5 . CaO . CO_2 . H_2O$; Francolith $9 CaO . 3 P_2O_5 . CaF_2 . CO_2 . H_2O$; Kollophanit $9 CaO . 3 P_2O_5 . CaO . CO_2 . H_2O + nH_2O$.

Ref.: W. T. Schaller.

123. E. T. Allen (in Washington): **Studien über Erzabsatz mit besonderer Berücksichtigung der Sulfide von Eisen** (Ebenda, 170—177).

Versuche haben gezeigt, daß sowohl Pyrit als Markasit bei der Einwirkung von H_2S auf Ferrisulfatlösungen entstehen. Es tritt eine Reduktion zu $FeSO_4$ unter Freiwerden von S ein, alsdann verläuft die weitere Reaktion nach folgender Gleichung: $FeSO_4 + H_2S + S = FeS_2 + H_2SO_4$. Die Untersuchung eines auf diesem Wege erhaltenen Produktes ergab Pyrit und Markasit. Je höher die Temperatur und je niedriger die Säuremenge, um so größer der Gehalt der Mischung an Pyrit. In neutralen oder alkalischen Lösungen entsteht nur Pyrit. Bei einem Gehalte der Lösung von 1 % freier H_2SO_4 und einer Temperatur nicht über 100° entsteht nur Markasit. Pyrit bildet sich in neutralen oder alkalischen Lösungen bei der Einwirkung von Alkalipolysulfiden auf Ferrosalze oder bei der Einwirkung von H_2S auf Ferrihydroxyd.

Hiermit übereinstimmend finden wir in der Natur, daß Pyrit überall aus heißen Lösungen, die natürlich alkalisch waren, abgesetzt wurde. Markasit geht bei 450° unter Wärmeentwicklung in Pyrit über. Pyrit kann nicht ohne weiteres in Markasit umgewandelt werden. Markasit kann sich also in der Natur nicht bei einer höheren Temperatur als 450° gebildet haben.

Magnetkies kann leicht bei der Zerlegung von Pyrit in H_2S oberhalb 575° gebildet werden. Magnetkies kann eine geringe Menge S (bei 600° höchstens 6 %) lösen. Seine Formel ist daher $(FeS) S_x$.

Geologische Beobachtungen führen zu dem Schluß, daß erzbildende Lösungen, die zweifellos Polysulfide enthalten, den Magnetkies in Pyrit umwandeln. Der entgegengesetzte Vorgang, die Spaltung von Pyrit in Magnetkies und Schwefel tritt an Kontaktstellen auf.

Ref.: W. T. Schaller.

124. T. A. Burgess (in ?): **Die Silberhalogenide und Begleitmineralien von Tonapah, Nevada** (Economic Geology, 1911, 6, 13—21).

Eindringende, oxydierende Oberflächenwässer wandelten die primären Mineralien um. Die Chlor-, Brom- und Jodsalze, die in diesen Wässern vorhanden waren, setzten sich mit Silbersulfatlösungen zu Kerargyrit, Embolit und Jodyrit um. Kerargyrit bildet die obere, Embolit die mittlere und Jodyrit die untere Zone der oxydierten Erzadern. Diese Reihenfolge der Krystallisation ist der, die man nach den Löslichkeiten der 3 Salze erwarten sollte, entgegengesetzt und ist anderen Komponenten in der Lösung zuzuschreiben, vornehmlich den reichlich vorhandenen Alkalichloriden. Eine Umwandlung von Jodyrit in Kerargyrit oder Embolit wurde festgestellt. Kerargyrit {001}, {111}; Embolit {100}, {111}, {110}; Jodyrit $\{10\bar{1}0\}$, $\{20\bar{2}1\}$, {0001}, $\{10\bar{1}1\}$, $\{30\bar{3}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{000\bar{1}\}$ (siehe auch diese Zeitschr. 46, 417). Begleitende sekundäre Mineralien sind: Argentit, Polybasit, Pyrargyrit, Quarz, Gyps, Manganoxyde, Jarosit, Hübnerit, Scheelit,

Wulfenit, Apatit [wahrscheinlich Dahllit — D. Ref.], Türkis, Wavellit, Opal, Zinnober und Eisensulfide.

Ref.: W. T. Schaller.

125. W. J. Sharwood (in Lead, South Dakota): **Bericht über tellurhaltige Golderze** (Economic Geology 1911, 6, 22—36).

Verf. gibt die Häufigkeit des Auftretens von Tellur in Golderzen und des Zusammenauftretens von Gold, Wismut und Tellur an. Die Formel von Goldfieldit, wie sie von Palmer (vgl. diese Zeitschr., 50, 189) angenommen wurde, und die ein Kupferthioantimonit bezeichnete, wird für unwahrscheinlich gehalten und dafür eine Formel vom Enargittypus angenommen.

Ref.: W. T. Schaller.

126. R. C. Wells (in Washington): **Über die Rolle der Hydrolyse in der Geochemie** (Ebenda 211—217).

Die Tätigkeit des Wassers in Magmen als »Mineralisator« kann der Tatsache zugeschrieben werden, daß die Ionisation des Wassers mit der Temperatur zunimmt und ein Maximum bei etwa 250—275° erreicht. Wasser ist daher bei hoher Temperatur ein sehr wirksames chemisches Agens. Bei der hohen Temperatur ist eine ausgeprägte Tendenz für die Trennung der Metalloxyde vorhanden, besonders wenn sich gleichzeitig eine Möglichkeit für das Entweichen flüchtiger Produkte bietet. Sehr geringe Änderungen in der Acidität oder Alkalinität würde bei diesen hohen Temperaturen unzweifelhaft schwerwiegende Änderungen in der Krystallisation hervorrufen.

Ref.: W. T. Schaller.

127. A. N. Winchell (in Madison, Wisconsin): **Eine Theorie für die Entstehung von Graphit, wie er z. B. in den Graphitlagern in der Nähe von Dillon, Montana vorliegt** (Ebenda 218—230, m. Fig.).

Graphit bildet sich in der Natur wahrscheinlich in verschiedener Weise. Der Graphit in Sedimenten wird eine völlig verschiedene Entstehung haben von dem Graphit in Gängen und Pegmatiten. Die wahrscheinlichste Entstehung des in Gängen und Pegmatiten auftretenden Graphits ist Reduktion der Kohlenstoffoxyde (vgl. diese Zeitschr. 32, 603). Die Reduktion von CO_2 kann durch H oder andere reduzierende Stoffe hervorgerufen werden. Die teilweise Reduktion von CO geht unterhalb 900° ohne Mitwirkung reduzierender Stoffe vonstatten. $2CO = C + CO_2$. Die Oxydation des Kohlenstoffs von bituminösen Schiefern durch Wasserdampf, seine Beweglichkeit infolge der Bildung und Lösung seiner Oxyde und seine Wiederausfällung an anderen Stellen, wo die Lösungen sich abkühlen, kann durch folgende Gleichungen veranschaulicht werden:

$$C + 2H_2O \rightleftarrows CO_2 + 2H_2$$
$$C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2$$

Ref.: W. T. Schaller.

128. F. C. Lincoln (in New York): **Einige natürliche Begleitmineralien von Gold** (Ebenda 247—301, m. 15 Fig.).

Das in Adern auftretende Gold wird begleitet von 173 Mineralien; von diesen sind es jedoch nur wenige, die, wenn sie mit Gold zusammen auftreten,

geneigt sind, eingesprengtes fein zerteiltes Gold zu enthalten. Diese Mineralien sind: Quarz, Opal, Roscoelith, Magnesit, Pyrit, Galenit, Hessit, Altaït, Calaverit, Tetradymit, Selenmineralien, Löllingit, Arsenopyrit, Wismutglanz, Aikinit und Wismut. Die Erze enthalten alle, mit Ausnahme von Pyrit und Galenit, *As*, *Bi*, *Se* oder *Te* (vgl. Ausz. 125 auf voriger Seite).

Das Vorkommen und Zusammenauftreten von Gold mit Gesteinen und Mineralien ist im einzelnen angegeben und durch Skizzen erläutert.

Ref.: W. T. Schaller.

129. T. L. Walker (in Toronto, Kanada): **Neuentdeckte Wolframitlager in New Brunswick** (Economic Geology 1911, 6, 396—398).

Große Wolframitkrystalle zerstreut in Quarzadern. Spez. Gewicht = 7,20. Analyse: FeO 16,90, MnO 8,37, WO_3 74,43; zusammen 99,70; ergibt mit großer Annäherung die Formel: $2FeWO_4 . MnWO_4$.

Ref.: W. T. Schaller.

130. C. Camsell (in ?): **Ein neuer Diamantfundpunkt in dem Tulameen Distrikt, Britisch Columbia** (Ebenda 604—611).

Der Fundort ist beschrieben und das Ergebnis der Untersuchungen Johnstons bestätigt. Der Verf. schließt, daß der Kohlenstoff als primärer Gemengteil in dem Peridotitmagma vorhanden war und bei der Erstarrung als Diamant auskrystallisierte.

Ref.: W. T. Schaller.

131. J. D. Irving (in New Haven, Connecticut): **Ersetzung von Erzkörpern und die Kriterien für ihre Erkennung** (Ebenda 527—560, 619—669, m. Fig.).

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung unserer Kenntnis von der Ersetzung von Erzkörpern sind die Hauptkennzeichen beschrieben und die Kriterien für ihre Erkennung angegeben. Die Ersetzung einer großen Anzahl Mineralien und Gesteine durch andere ist so zusammengestellt.

Ref.: W. T. Schaller.

132. W. Lindgren (in Boston, Massachusetts): **Einige Arten der Abscheidung von Kupfererzen in basischen Gesteinen** (Ebenda 687—700).

Kupfer tritt oft zusammen mit Zeolithen in basischen Laven auf. Es wird vermutet, daß bei einer unterseeischen Eruption sich die Oberfläche der Lava abkühlte und daß dadurch eine langsame, nach unten gerichtete Strömung in der Lava verursacht wurde. Dies würde die Bildung von Zeolithen und gediegenem Kupfer erleichtern. Das Kupfer würde bei der Einwirkung von Calciumsilikat oder -karbonat auf Kupferchloride entstehen. Letztere würden sich aus den ursprünglich vorhandenen Kupfersilikaten beim Vermengen der Ausströmungen der Lava mit dem Seewasser ergeben.

Ref.: W. T. Schaller.

133. W. J. Sharwood (in Lead, South Dakota): **Analysen einiger Gesteine und Mineralien der Homestakemine, Lead, South Dakota** (Ebenda 729—789, m. Fig.).

Zartgrüner, wurmförmiger Chlorit ergab Ergebnisse, die der Formel

$$Al_2O_3 . 2FeO . MgO . 2H_2O . 2SiO_2$$

entsprechen, wie folgende Zusammenstellung zeigt. Nr. 1 und Nr. 2 ist ein dunkelgrüner, blättriger und zerdrehter Chlorit, der mit Arsenopyrit verwachsen auftritt. Nr. 3 kommt in Massen von dünnen Schalen oder Täfelchen von einer deutlich heller grünen Farbe vor.

	1.		2.		3.	Berechnet für angeg. Formel:
	Analyse:	Ohne Sulfid:	Analyse:	Ohne Sulfid:		
SiO_2	25,13	25,38	26,02	26,21	24,20	27,25
Al_2O_3	24,98	25,23	23,76	23,92	20,90	23,05
Fe_2O_3	—	—	1,88	1,89	4,27	—
FeO	32,44 [1])	32,76 [1])	30,40	30,63	32,34	32,45
MgO	nicht best.	—	7,99	8,05	9,42	9,11
CaO	Spur	Spur	0,40	0,40	Spur	—
H_2O	9,50	9,60	8,73	8,80	8,39	8,14
$FeAsS$	1,02	—	0,72	—	—	—
			99,90	99,90	99,52	100,00

[1]) Gesamteisen als FeO angegeben, da Fe_2O_3 nicht besonders bestimmt.

Spez. Gewicht des Chlorit nach der Korrektur für Arsenopyrit = 3,27.

Cummingtonit. 1. Hellbräunlichweiß in kleinen radialstrahligen Massen; 2. langfaseriger, weißer, seidenglänzender Asbest; 3. dunkle, unreine Massen von grünschwarzer, strahliger Hornblende; 4. wie 3.:

	1.	2.	3.	4.
SiO_2	52,36	50,36	45,66	46,8
Al_2O_3	1,54	1,86	6,87	5,02
FeO	33,76	34,62	31,40	33,0
MnO	0,45	0,62	—	0,31
MgO	8,10	9,86	9,20	9,50
CaO	0,94	Spur	1,04	1,16
Na_2O	0,40	0,74	0,50	—
K_2O	—	Spur	0,73	—
H_2O	1,68	—	0,14	—
Glühverlust	—	0,73	2,05	2,90
Fe_7S_8	0,89	—	—	—
	100,12	98,78	—	—
Spez. Gewicht	3,387	3,28		

Verschiedene analysierte Karbonate erwiesen sich entweder als Calcit, Dolomit, Siderit oder mannigfache Mischungen davon.

Sehr dünne Schichten eines schwarzen Glimmers, der von verdünnter HCl zerzetzt wurde, ergaben die Werte unter 1., entsprechend etwa der Formel

$$5SiO_2 . 2(Al, Fe)_2O_3 . 5(Fe, Mg)O . 3(K_2, H_2) . O;$$

Granat gab die unter 2. und 3. angeführten Werte:

	1.	2.[1])	3.[2])
SiO_2	30,53	38,66	36,4
Al_2O_3	16,06	24,03	22,2

[1]) Von der Homestakemine. [2]) Von Southern Black Hills, South Dakota.

	1.	2.	3.
Fe_2O_3	6,81	—	—
FeO	27,09	28,10 [1]	26,8 [1]
MnO	0,25	3,9	12,9
MgO	4,04	2,71	Spur
CaO	1,01	0,00	»
Na_2O	0,37	nicht best.	nicht best.
K_2O	6,27	» »	» »
H_2O	4,23	2,35	1,35

[1]) Gesamteisen, da Fe_2O_3 nicht besonders bestimmt.

Analysen von Magnetkies:

Unlöslich	1,36	3,32	1,8	1,68	6,18	0,88	
Fe	59,90	57,6	58,0	59,5 [1])	56,14	59,5	
S	39,18	38,59	40,2	37,5	36,92	39,7	
Cu	0,04	Spur	Spur	Spur	Spur	0,00	
As	Spur	»	»	»	»	Spur	
	100,48	99,91	100,0	99,68	99,24	100,08	
Au (Unzen in 1 t)	0,05	0,05	0,05	0,06	0,10	0,025	
Umgerechnet in rein. Sulfid Fe	60,45	59,87	59,06	61,35 [1])	60,32	60,0	60,406 [2])
S	39,55	40,13	40,94	38,65	39,68	40,0	39,594 [2])

[1]) Einschließlich etwas Eisenoxyd. [2]) Berechnet für Fe_7S_8.

Spez. Gewicht von 3 Proben: 4,54, 4,56, 4,40.

Analysen von Arsenopyrit:

	1.	2.	Berechnet:
Unlösl. (Quarz)	1,80	—	—
Fe	35,10	35,74	34,32
S	20,86	21,24	19,67
Cu	—	—	—
As (aus d. Diff.)	42,24	43,02	46,01
Spez. Gewicht	5,87.		

Eine frische gelatinöse Abscheidung von glänzender blauer Farbe verlor fast $\frac{9}{10}$ ihres Gewichts beim Trocknen. Die Analyse des lufttrockenen Materiales ergab angenähert: $4CuO.2SO_3.3SiO_2.12H_2O$.

Die Beziehungen zwischen gediegenem Gold und seinen Begleitmineralien werden beschrieben und durch Skizzen erläutert. Andere gefundene Mineralien sind: Fluorit, ein Wismuttellurit, Galenit, Zirkon, Orthoklas, Baryt, Magnetit, Hämatit, Quarz, Graphit, Pyrit und schwarzes Manganoxyd.

Ref.: W. T. Schaller.

134. A. F. Rogers (in Palo Alto, Californien): **Orthoklasführende Gänge von Rawhide, Nevada und Weehawken, New Jersey** (Economic Geology 1911, 6, 790—798).

Der Orthoklas tritt auf in gut ausgebildeten Krystallen mit $m\{110\}$, $b\{010\}$,

$x\{\bar{1}01\}$ und $c\{001\}$. In Dünnschliffen zeigt er rhombische Umgrenzungen. Die Krystalle sind hier und da mit einer äußeren Zone von Albit umgeben.

Ref.: W. T. Schaller.

135. C. H. Warren (in Boston, Massachusetts): **Die Barytlager bei Fire Island, Nova Scotia** (Economic Geology 1911, 6, 799—807).

Die Barytlager wurden durch Absatz aus Quellwasser, das seinen Baryumgehalt aus den umgebenden oder überlagernden Schichten erhielt, in Spalten und Bruchzonen gebildet. Das Baryum war wahrscheinlich ursprünglich als Bikarbonat gelöst. Beim Vermischen mit sulfathaltigem Wasser bildete sich alsdann infolge von Umsetzung Baryumsulfat, das längs den Klüften auskrystallisierte.

Ref.: W. T. Schaller.

136. C. Catlett (in Staunton, Virginia): **[Evansit] Phosphor in Kohle** (Bull. Americ. Institute Mining Eng. 1911, 59, 901).

Das Vorkommen von harzig aussehendem Evansit in der Kohle von Alabama bestimmt eine Form des Auftretens von Phosphor in Kohle. Vgl. diese Zeitschrift **44**, 4.

Ref.: W. T. Schaller.

XLIII. Übersicht neu erschienener selbständiger Werke der Krystallographie und Mineralogie sowie der Nachbarwissenschaften[1]).

(1913 und Anfang 1914.)

Beckenkamp, I. Statische und kinetische Krystalltheorien (2 Teile). Teil I: Geometrische Eigenschaften der Krystalle und deren Veranschaulichung durch geometrische Strukturbilder. Berlin (Bornträger) 1913. VIII u. S. 1—206. Geb. Mk. 10.60.

Beringer, C. and J. J. Textbook of Assaying. 13 edition. London 1913. 476 p. Mk. 10.50.

Beyschlag, F., Krusch, P., Vogt, J. H. L. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. II. Bd., 2. Hälfte. (Metasomatische Antimonerzgruppe, Eisenerzganggruppe, Manganerzganggruppe. Metasomatische Manganerzgruppe. Kupfererzganggruppe. Metasomatische Kupfererzgruppe. Schwefelkies- und Arsenkiesganggruppe. Metasomatische Kiesgruppe. Gediegen Kupfererzgruppe. Nickel-Kobalt-Arsenerzganggruppe. Nickelsilikatgruppe. Rückblick auf die Genesis der Erzgänge. — Erzlager. Allgemeines. Eisenerzlager. Manganerzlager. Kupferschiefergruppe. Fahlbandgruppe. Schwefelkiesgruppe. Witwatersrandgruppe. Geschwefelte Kupfer-Blei-Zinkerzgruppe. Antimonerzgruppe. Zinnstein- und Edelmetallseifen.) Stuttgart (Enke) 1913. S. 279—727. I—XXVII. 109 Abb. Mk. 14.40.

Boeke, H. E. Die gnomonische Projektion in ihrer Anwendung auf krystallographische Aufgaben. Berlin (Bornträger) 1913. 54 S. Geb. Mk. 3.50.

Böttger, W. Qualitative Analyse vom Standpunkte der Ionenlehre. 3. Aufl. Leipzig (W. Engelmann) 1913. Geb. Mk. 12.50.

Brauns, R. Anleitung zum Bestimmen der Mineralien von C. W. C. Fuchs. 6. Aufl. Gießen 1913.

—— Vulkane und Erdbeben. Leipzig 1913.

Burgess, G. K., und Le Chatelier, H. Die Messung hoher Temperaturen. Nach der 3. amerikanischen Aufl. übersetzt und mit Ergänzungen versehen von G. Leithäuser. Berlin 1913. XVI u. 486 S. Mk. 15.—.

1) Unter diesem Titel soll in Zukunft am Schlusse jeden Bandes ein Überblick über die neuere Literatur gegeben werden, die nicht in Zeitschriften, Jahresberichten und Sammelwerken erscheint. Vollständigkeit kann aber nur dann einigermaßen erreicht werden, wenn die Verfasser und die Verlagsbuchhandlungen durch Zusendungen oder Mitteilung der Titel mitwirken. Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten. E. K.

Dammer, B., und Tietze, O. Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleums. (2 Bde.) Bd. I. Stuttgart (Enke) 1913. 501 S. Geb. Mk. 15.—.

Dietz, Einführung in die Mineralogie. Essen (G. D. Baedeker). 156 S. mit 79 Abb. Geb. Mk. 1.60.

C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie. (4 Bde.) Bd. II, Abt. II: S. 161—320. Abt. III: S. 321—480. Abt. IV: S. 481—640. Dresden (Steinkopff) 1913.

Elschner, Carl. Corallogene Phosphat-Inseln Austral-Oceaniens. Lübeck (Max Schmidt) 1913. 118 S., 14 Taf.

Fischer, E. Taschenbuch für Mineraliensammler. 5. Aufl. Leipzig 1913. Mk. 3.—.

Fortschritte der Mineralogie, Krystallographie und Petrographie. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft von G. Linck. Bd. III. Jena 1913, 320 S.

Franke, H. Die Umrisse der Krystallflächen und die Anfertigung von Krystallmodellen. Stuttgart (Enke) 1913. 111 S. Geb. Mk. 4.—.

Gasser, G. Die Mineralien Tirols einschließlich Vorarlbergs und der Hohen Tauern nach der eigentümlichen Art ihres Vorkommens an den verschiedenen Fundorten und mit besonderer Berücksichtigung der neuen Vorkommen. Innsbruck (Wagner) 1913. 548 S. Mk. 17.—.

Goldschmidt, V. Atlas der Krystallformen. (Etwa 6 Bde. nebst 6 Textbde.) Bd. I und Textbd. I: Adamin-Buntkupfererz. Heidelberg 1913. 254 S. Mk. 32.—. Bd. II und Textbd. II: Calaverit-Cyanochroit. Heidelberg 1913. 200 S. Mk. 30.—

Gossner, B. Krystallberechnung und Krystallzeichnung. Leipzig (W. Engelmann) 1913. VI u. 128 S. Mk. 8.—.

Großmann, H. Bestimmungsmethoden des Nickels und Kobalts und ihre Trennung von den anderen Elementen. Stuttgart 1913. 140 S.

Halle, B. Handbuch der praktischen Optik. Berlin, Nicolassee 1913. Geb. Mk. 2.50.

Hintze, C. Handbuch der Mineralogie. Bd. I. Liefg. 16 (Liefg. 28 des ganzen Werkes) (Fluorit bis Tysonit). Leipzig 1913.

Jaeger, F. M. Eine Anleitung zur Ausführung exakter physiko-chemischer Messungen bei höheren Temperaturen. Groningen (J. B. Wolters) 1913. Geb. Fr. 3.25.

Johannsen, A. Manual of petrographic methods. New York (Mc Graw-Hill Book Company, Inc.) 1914. XXVIII u. 649 S., 764 Abb. Mk. 24.—.

Kobell, Fr. v., Lehrbuch der Mineralogie in leichtfaßlicher Darstellung. Mit besonderer Rücksicht auf das Vorkommen der Mineralien und ihre technische Verwendung verfaßt von K. Oebbeke und E. Weinschenk in München. 7., neu bearbeitete Aufl. 344 Abb., 1 Taf. VII u. 405 S. Leipzig (Friedrich Brandstetter) 1913. Geh. Mk. 7.75, geb. Mk. 8.50.

Krusch, P. Die Versorgung Deutschlands mit metallischen Rohstoffen (Erzen und Metallen). Leipzig 1913. XVI u. 260 S. Mk. 14.—.

Küster, F. W., und Thiel, A. Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie. In elementarer Darstellung für Chemiker, Mediziner, Botaniker, Geologen und Mineralogen. (2 Bde.) Bd. I: Stöchiometrie und chemische Mechanik (jetzt vollständig). Heidelberg (Winter) 1913. Bd. II: 11., 12. u. 13. Liefg. Heidelberg (Winter) 1914. S. 749—844.

Kunz, G. F. The Curious Lore of Precious Stones, being a Description of their sentiments and Folk Lore, Superstitions, Symbolism, Mysticism, use in Medicine, Religion and Devination. Philadelphia 1913. XIV u. 406 S., 49 Taf. 25 Fig. Mk. 22.—.

Lewis, J. V. Determinative Mineralogy. With tables for the determination of Minerals by means of their chemical and physical characters. New York (J. Wiley and Sons) 1913. 156 S. M. 7.50.

Liesegang, R. E. Geologische Diffusionen. Dresden (Steinkopff) 1913. 180 S., 44 Abb. Mk. 5.—.

Linck, G. Grundriß der Krystallographie für Studierende und zum Selbstunterricht. 3. Aufl. Jena (G. Fischer) 1913. 272 S., 631 Abb., 3 Taf. Mk. 11.50.

Lommel, E. v., Lehrbuch der Experimentalphysik. 22. Aufl., neubearb. v. W. König. Leipzig 1913. X u. 652 S.

Malaise, C. Manuel de Minéralogie pratique. 4. édition augmentée. Paris 1913. Mk. 6.50.

Mennel, E. P. Manual of Petrology. London 1913. 264 S. Mk. 7.80.

Mennicke, H. Die quantitativen Untersuchungsmethoden des Molybdäns, Vanadiums und Wolframs, sowie deren Erze, Stähle, Legierungen und Verbindungen. Berlin 1913.

Meyer, E. v., Wallach, O., Nernst, W., u. a., Chemie. Rinne, F., Allgemeine Krystallographie und Mineralogie. Kultur der Gegenwart, herausgegeben von P. Hinneberg, III. Teil, 3. Abt., 3. Bd. Leipzig 1913. 663 S., 53 Abb.

Nyström, E. T. The Coal and Mineral Resources of Shansi Province China. Stockholm 1912. 67 S.

Riesenfeld, E. H. Anorganisch-chemisches Praktikum. Qualitative Analyse und anorganische Präparate. 3. Aufl. Mit 18 Textabb. XIV u. 333 S. Leipzig (S. Hirzel). Geb. Mk. 6.—.

Rinne, F., siehe bei Meyer, E. v.

Rüdisüle, A. Nachweis, Bestimmung und Trennung der chemischen Elemente. Bd. II: Gold, Platin, Vanadin, Wolfram, Germanium, Molybdän, Silber, Quecksilber. Mit 55 Abb. XL u. 623 S, Bern (M. Drechsel). Geb. Mk. 27.70.

Ruska, Julius, und Vonnoh, A. Grundzüge der Mineralogie und Geologie. I. Teil: Grundzüge der Mineralogie. Eine Einführung in das Verständnis der Gebilde des Mineralreiches. Leipzig (Quelle & Meyer). 94 S. mit 132 Abb. u. 3 Taf. Mk. 1.60.

Till, Alf. Mineralogisches Praktikum. Anleitung zur Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden und nutzbaren Mineralien. Mit zahlreichen Übungsaufgaben. Wien (Schworella & Heick). 94 S. Mk. 2.50.

Wagner, P. Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für höhere Schulen. Große Ausgabe für Realgymnasium und Oberrealschulen. 5. Aufl. Leipzig 1913. VIII u. 221 S. Mk. 2.80.

Weinschenk, Ernst. Grundzüge der Gesteinskunde. Teil I: Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. 3., verb. Aufl. Mit 138 Textfig. u. 6 Taf. XI u. 273 S. Freiburg i. Br. (Herder). Mk. 6.60.

—— Petrographisches Vademecum. Freiburg i. Br. (Herder). (2. Aufl.) 1913. 210 S. (Enthält kurze Übersicht der gesteinsbildenden Mineralien und der wichtigeren Gesteine.) Mk. 2.60.

Wodiska, J. Book of Precious Stones. Identification of Gems and Gem Minerals and account of their scientific, commercial, artistic and historical aspects. New York 1913. 370 S. Mk. 12.50.

Wruck, A. Die Geheimnisse der Edelsteine. Praktische Winke zur Erkennung der verschiedenen Edelsteine, Perlen und deren Imitationen. 2., vermehrte und umgearbeitete Aufl. Berlin 1913. 147 S. Mk. 3.60.

Autorenregister.

Sachregister.

A.

B.

D.

E.

F.

G.

H.

I. J.

K.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

Ergänzungen und Berichtigungen.

Zu Bd. 50:

Seite 346 muß der Schlußsatz lauten:

»Die bemerkenswerte Tatsache, daß die Verbindung $KAlSiO_4$ im Nephelin immer im Betrage von etwa 20 % vorhanden ist, hat bis jetzt noch keine ausreichende Erklärung gefunden.«

Zu Bd. 53:

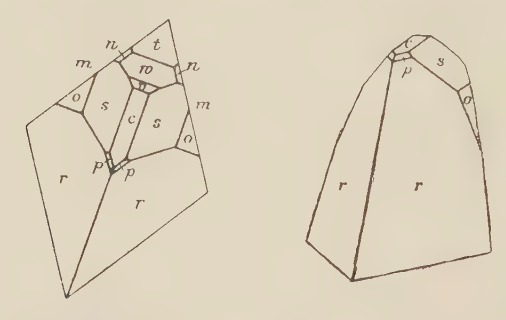
Seite 210, Zeile 8, 7, 6 und 5 von unten muß es 𝔞 statt x heißen.
» 5 und 4 von unten muß es 𝔟 statt y und 𝔠 statt z heißen.
» 213, » 5 von unten muß es 𝔞 statt x heißen.
» 214, » 9 » » » 𝔞 statt x, 𝔟 statt y und 𝔠 statt z heißen.
» 216, » 3 und 2 von unten muß es 𝔞 statt x und
» 2 von unten 𝔟 statt y, 𝔠 statt z heißen.
» 266, » 9 von oben muß die Formel für 2-*N*-dichlor-benzylidendiacetamid lauten $C_6H_5 . CH <^{NCl . CO . CH_3}_{NCl . CO . CH_3}$.
» 362, » 16 von oben muß es Benzylmalimid statt Benzylmalinit heißen.
» 363, » 3 von unten muß es Pyrrolinpikrat statt Pirollinpikrat heißen.
» 373, » 8 von oben muß es Pyrrolenphenylcarbinol statt Pyrolenphenylcarbinol heißen.
» 421, » 2 von unten muß es M. Kišpatič statt N. Kišpatič heißen.

Zu Seite 260—261 teilt J. Drugman folgendes mit: »Auf S. 260—261 sind von mir kleine Nadeln als Mesaconsäure beschrieben worden, die aus einer salpetersäurehaltigen Lösung der Mesaconsäure erhalten worden waren. Nach Mitteilung von Herrn Prof. P. Groth sind durch Herrn Stefl Mesaconsäurekrystalle erhalten worden, die ganz anders ausgebildet waren. Sie erwiesen sich als identisch mit Krystallen, die von mir aus alkoholischer Lösung erhalten worden waren, die sich aber wegen ihrer Streifung und Rundung zur Messung nicht eigneten. Meine Nadeln schmolzen aber, nach ihm, um 100—101°; sie sind also nicht Mesaconsäure. Ich habe ihre Untersuchung begonnen, möchte aber schon jetzt die Nicht-Identität dieser Nadeln mit Mesaconsäure betonen.«

Zu Seite 530 ist folgende Ergänzung zuzufügen:

Neuere Funde von Hodgkinsonit von Franklin Furnace haben günstigeres Material für die Feststellung der Krystallformen geliefert. Dieser neue Fund zeigte sich in 2—7 cm breiten Adern, welche das körnige Erz durchsetzen und aus Hodgkinsonit mit Willemit zusammengesetzt sind. Während das meiste Erz dicht ist, kommen ganz unregelmäßig winzige Hohlräume vor, auf deren Wänden Krystalle von Hodgkin-

sonit aufgesetzt sind. Sie sind 2 mm oder weniger lang, durchsichtig, glänzend, zart rosa gefärbt. Die Krystalle sind ähnlich Fig. 1 auf S. 531 ausgebildet, doch flächenreicher. Sie lieferten so viel bessere Messungen als früher, daß ein neues Axenverhältnis berechnet werden konnte. Die neun untersuchten Krystalle, deren reichster hier abgebildet ist, ergaben die in folgender Tabelle zusammengefaßten Resultate.



$p_0 = 0{,}7201$ $q_0 = 1{,}1025$ $\mu = 84^0 35'$ $a:b:c = 1{,}538:1:1{,}1075$
$\beta = 84^0 35'$.

	Berechnet:		Gemessen:		Grenzwerte:		Zahl d. Flch.:
	φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ	
$c(001)$	90° 00′	5° 25′	90° 00′	5° 27′	—	5° 18′ — 5° 36′	9
$m(110)$	33 09	90 00	33 09	90 00	33° 05′ — 33° 13′	—	19
$l(210)$	52 33	90 00	52 33	90 00	—	—	1
$s(011)$	4 54	48 01	4 54	48 01	4 43 — 5 04	47 58 — 48 03	16
$o(021)$	2 27	65 44	2 30	65 42	2 27 — 2 37	65 38 — 65 45	12
$v(\bar{4}03)$	—90 00	41 01	—90 00	40 50	—	40 43 — 40 57	2
$w(\bar{2}01)$	—90 00	53 30	—90 00	53 28	—	53 20 — 53 37	8
$t(\bar{4}01)$	—90 00	70 20	—90 00	70 20	—	70 14 — 70 25	4
$p(111)$	36 27	54 00	36 35	54 04	—	—	1
$r(221)$	34 50	69 40	34 49	69 41	34 47 — 34 51	69 37 — 69 47	12
$n(\bar{3}11)$	—61 55	66 58	—62 00	67 00	61 58 — 62 03	—	2

Cambridge (Mass.), Februar 1914.

Charles Palache.

Mitteilung der Redaktion.

Bezugnehmend auf die 1887 erschienene Mitteilung an die Leser und Mitarbeiter der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie (von welcher noch einzelne Exemplare auf Wunsch zur Verfügung stehen) bitten die Unterzeichneten, bei den zur Veröffentlichung bestimmten Zusendungen das Folgende zu beachten.

Die in deutscher Sprache eingehenden Manuskripte gelangen tunlichst in der Reihenfolge des Einlaufes zum Druck. Von englischen oder französischen Manuskripten kann auf Wunsch des Autors durch die Redaktion eine Übersetzung besorgt werden, doch bedingt dies natürlich eine Verzögerung des Druckes. Keine Aufnahme finden Abhandlungen, welche anderswo in deutscher Sprache erschienen sind oder erscheinen werden, sowie solche, welche den Charakter von »vorläufigen Mitteilungen« besitzen.

Das zu den Manuskripten benutzte Papier ist nur einseitig zu beschreiben.

Die Manuskripte sind gut leserlich zu schreiben (Maschinenschrift würde zur Druckerleichterung wesentlich beitragen). Auf die Anordnung von Tabellen, Formeln u. dergl. ist die größtmögliche Sorgfalt zu verwenden. Erhebliche Korrekturkosten, welche Änderungen in der Anordnung einzelner Teile des Satzes erfordern, fallen, wenn sie durch Undeutlichkeit des Manuskriptes verursacht werden, ebenso wie diejenigen größerer nachträglicher Einschaltungen, dem Autor zur Last. Als Symbole der Krystallformen dienen die Miller'schen mit der Reihenfolge der Axen nach Weiß. Die anzugebenden Winkel sind die der Normalen der Flächen. Zitate sind immer möglichst vollständig zu geben, d. h. außer dem Titel der betr. Zeitschrift Jahr- und Bandzahl, sowie die Seitenzahl, z. B. »Bull. soc. franç. d. min. Paris 1897, **20**, 172«. Bei Arbeiten, welche seit dem Bestehen der »Zeitschrift« erschienen sind, ist stets auf den Auszug, z. B. »Ref. diese Zeitschr. **31**, 73« hinzuweisen (in den Auszügen dürfte das letztere Zitat überhaupt genügen).

Alle Figuren sind auf besonderen Blättern beizulegen, und zwar jede Figur auf einem eigenen Blatte. Die Zeichnungen sind mit feinem Bleistift auf glattem Papier auszuführen und sollen auch die benutzten Hilfslinien enthalten, da diese dem Lithographen die Kontrolle der Richtigkeit der Ausführung und der Orientierung der Kopie wesentlich erleichtern. Undeutliche Stellen der Zeichnung sind durch beigegebene Skizzen in größerem Maßstabe zu erklären. Figuren, welche in photographischer Wiedergabe zur Herstellung von Textklichees benutzt werden sollen, können (mit Ausnahme

der Buchstaben, welche jedenfalls nur mit Bleistift einzutragen sind) mit tiefschwarzer Tusche ausgezogen werden, doch ist darauf zu achten, daß die Randlinien der Krystallformen um etwa $\frac{1}{3}$ feiner und die punktierten hinteren Kanten noch schwächer gehalten werden. Sind die Figuren in größerem Maßstabe ausgeführt, so müssen behufs der photographischen Verkleinerung natürlich alle Linien im Verhältnis stärker sein. »Auszügen« können Figuren nur ausnahmsweise beigegeben werden.

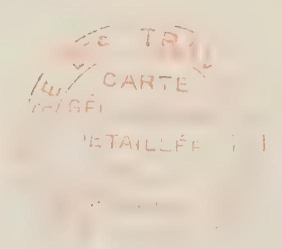
Die Autoren erhalten von ihren Originalmitteilungen 50 Sonderabzüge unentgeltlich, eine größere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, die Anzahl der gewünschten Sonderabzüge auf der ersten Seite des Manuskriptes zu vermerken und etwaige spätere Wünsche oder Anfragen wegen deren Zusendung an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig, Mittelstr. 2, zu richten.

Die Korrekturen (zu deren richtiger Zusendung auf der ersten Seite des Manuskriptes genaue Adresse der Verf. anzugeben ist) sind spätestens innerhalb drei bis vier Tagen nach Empfang von dem Autor zu erledigen und (ohne Manuskript) an Prof. Erich Kaiser in Gießen zurückzusenden, falls eine Berücksichtigung der Verbesserungen und Zusätze stattfinden soll.

Die zum Referat an die Redaktion eingesandten Sonderabzüge aus anderen Zeitschriften enthalten zuweilen keine Angaben, aus denen der Ort des Erscheinens ersichtlich ist. Behufs genauer Zitierung derselben in dem betreffenden Auszuge wird gebeten, den Titel und Jahrgang, die Band- und Seitenzahl der Zeitschrift, in welcher sie veröffentlicht sind, auf den Abzügen anzugeben. Arbeiten, aus denen Tabellen u. dergl. im Auszuge wiederzugeben wären, sind womöglich in zwei Exemplaren einzusenden.

Zur Vervollständigung der am Schlusse jedes Bandes erfolgenden Anzeige neu erschienener selbständiger Literatur wird um die Übersendung der betr. Werke, Broschüren usw. an Prof. Kaiser in Gießen gebeten.

München 6, Brieffach. Prof. **P. Groth.**
Gießen (Hessen). Prof. **Erich Kaiser.**



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.





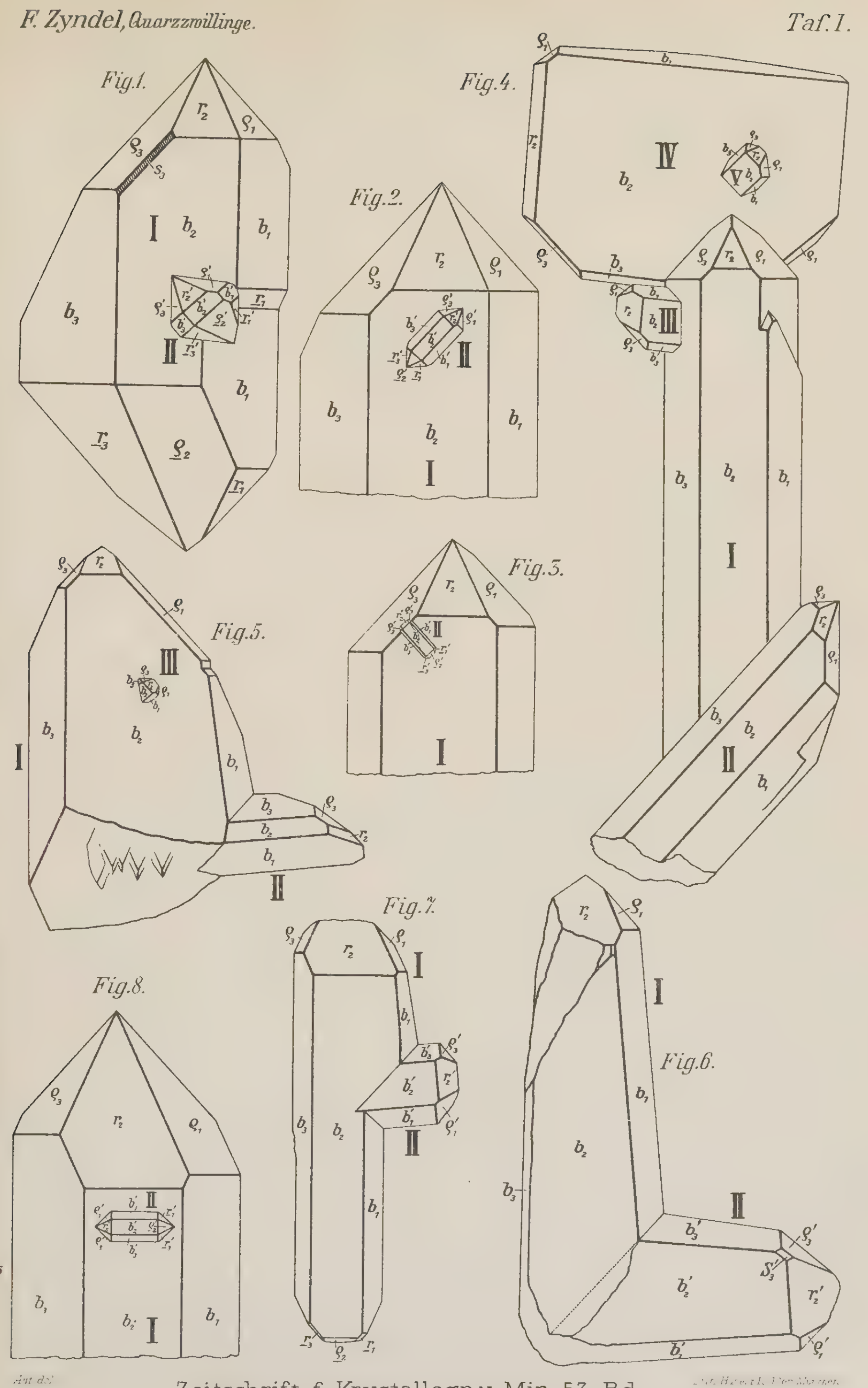

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
I
II
III
IV
V



Fig. 9.

Fig. 10.

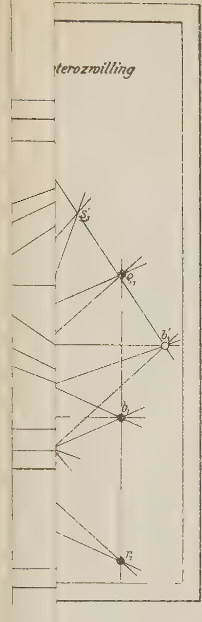
Fig. 11.

Fig. 12.

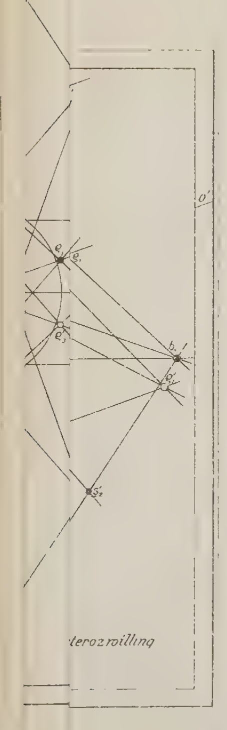
Fig. 13.

Fig. 14.

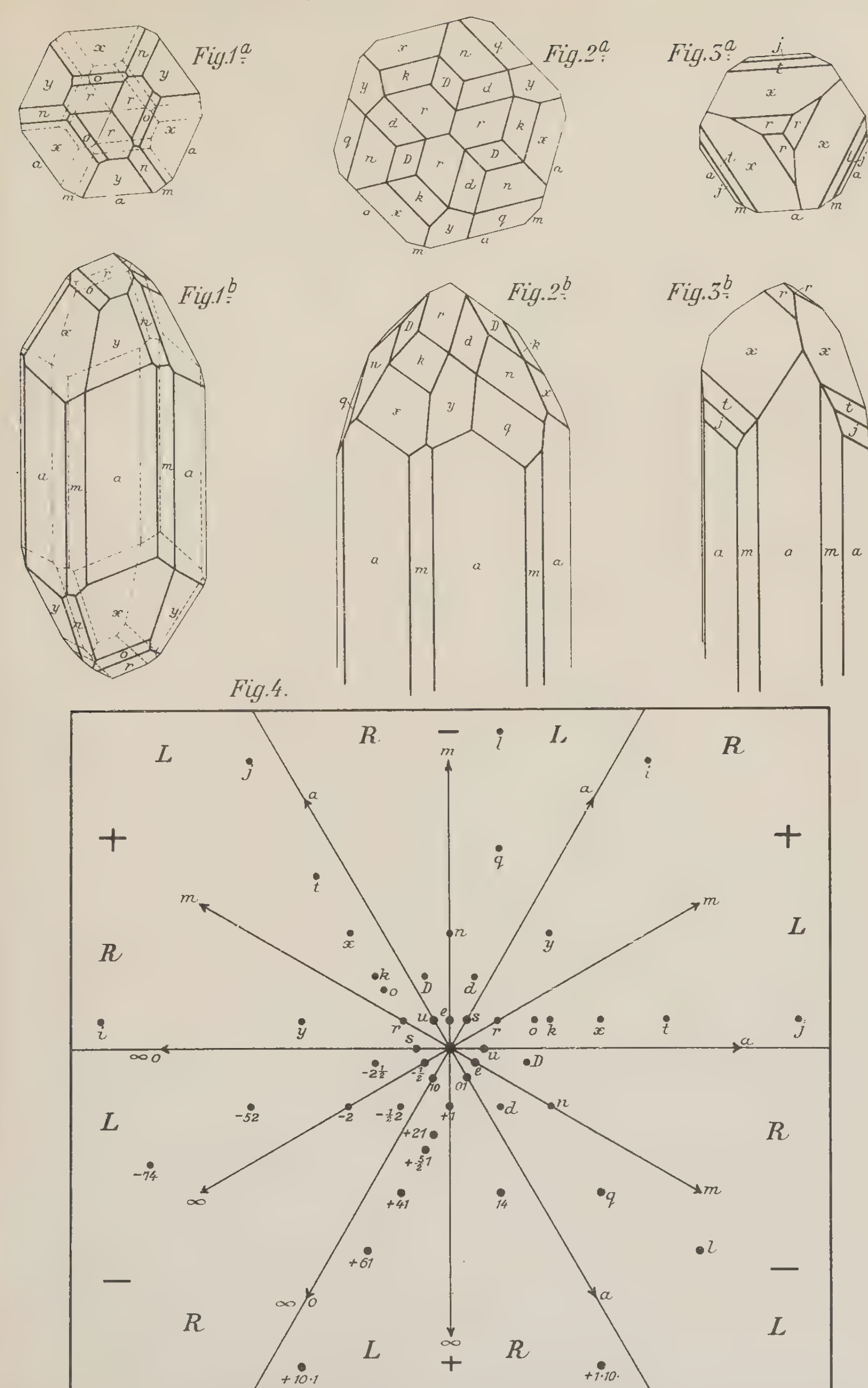




willing
Hon





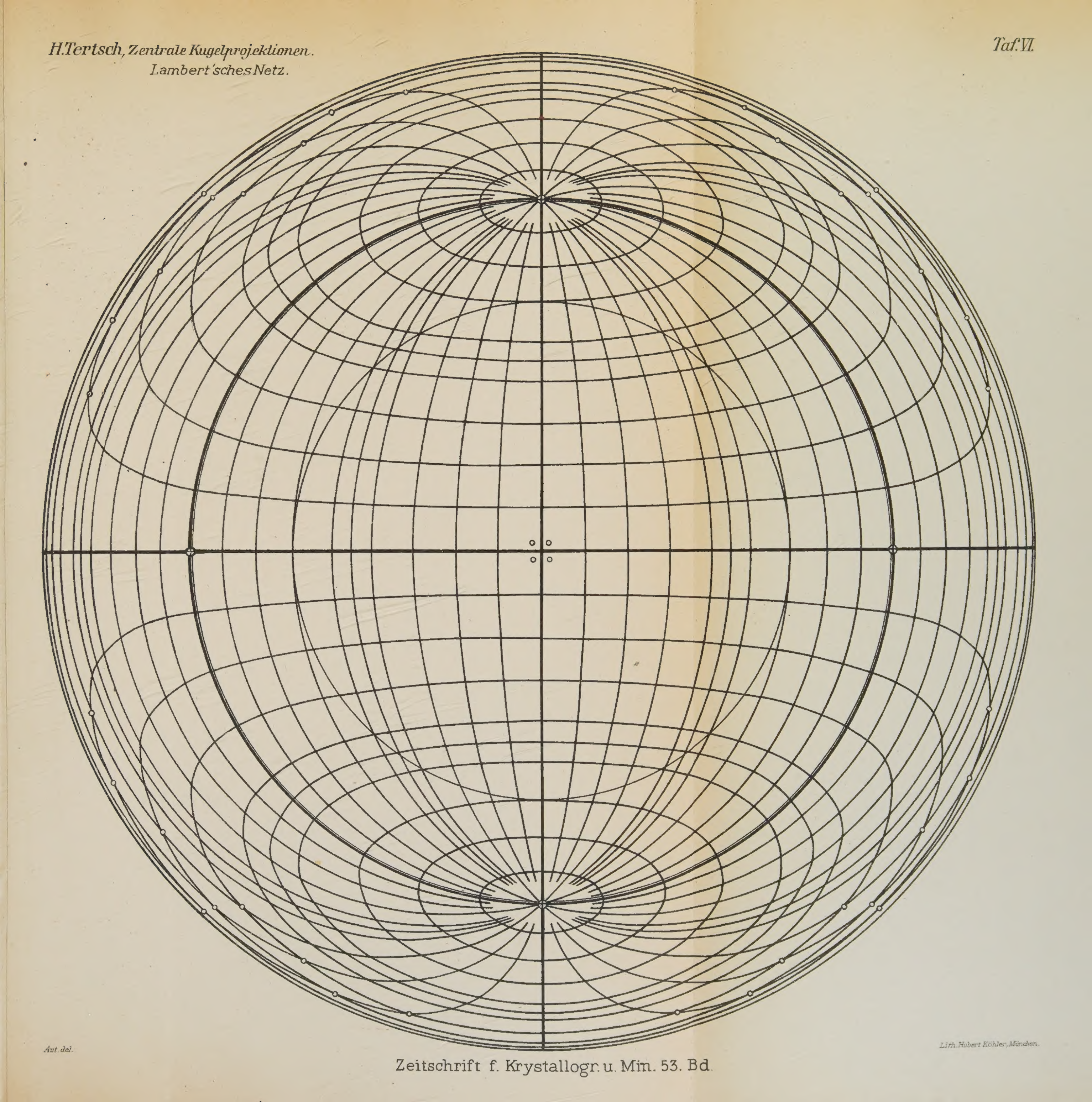

Fig. 1a
Fig. 2a
Fig. 3a
Fig. 1b
Fig. 2b
Fig. 3b
Fig. 4.





Aut. del. Lith. Hubert Kohler, München.




Lambert'sches Netz.
Aut. del.
Lith. Hubert Köhler, München.



